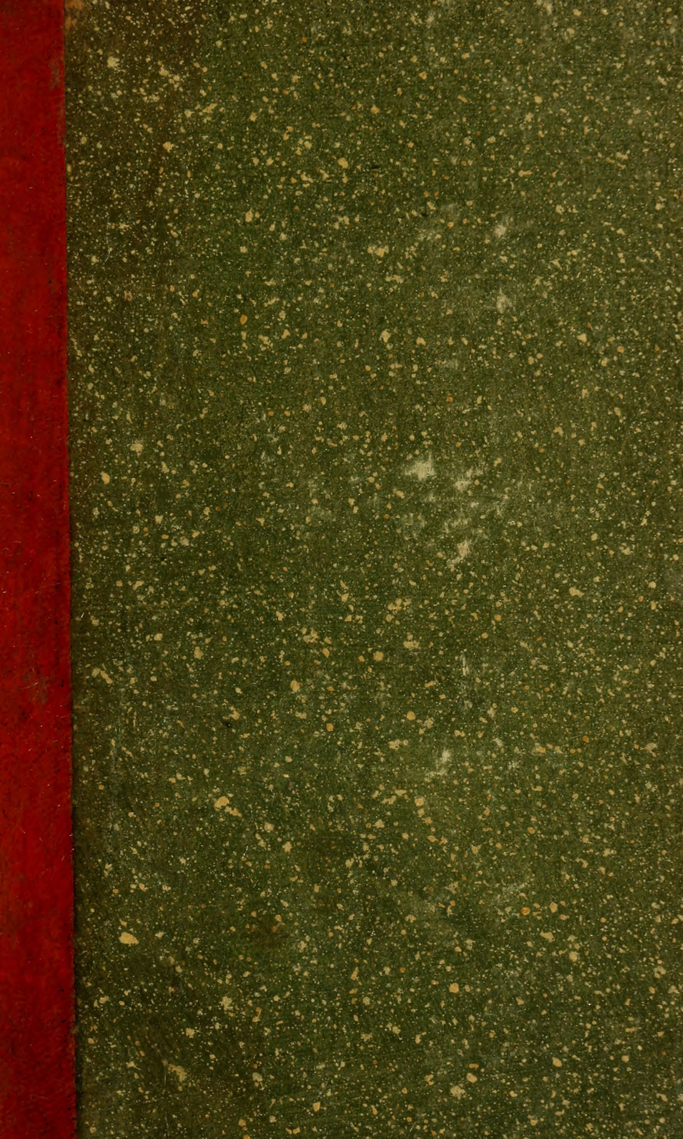
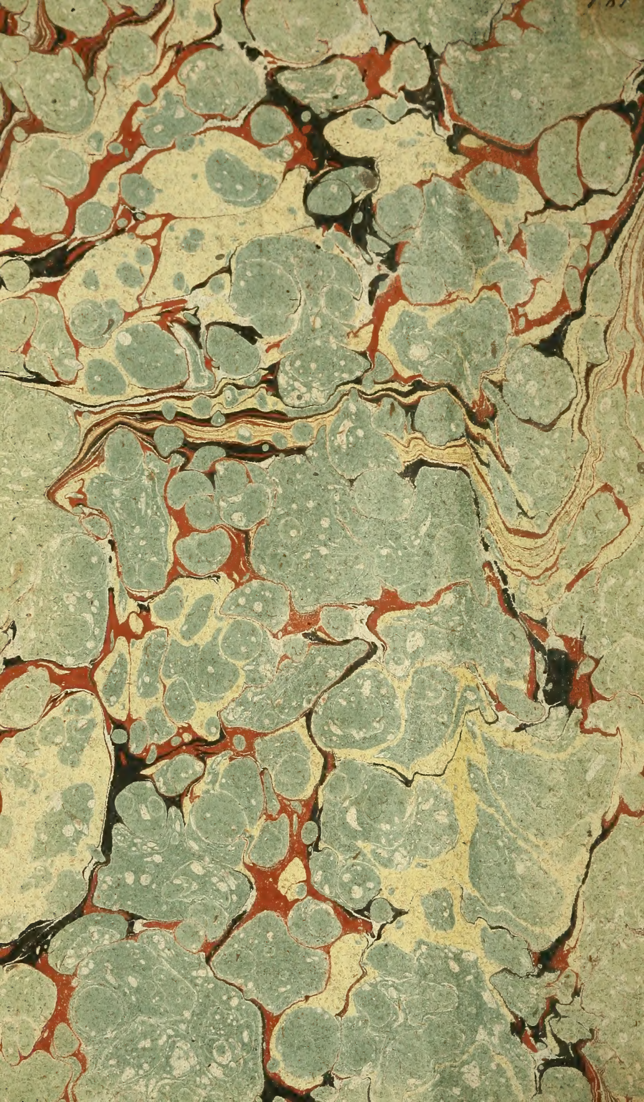
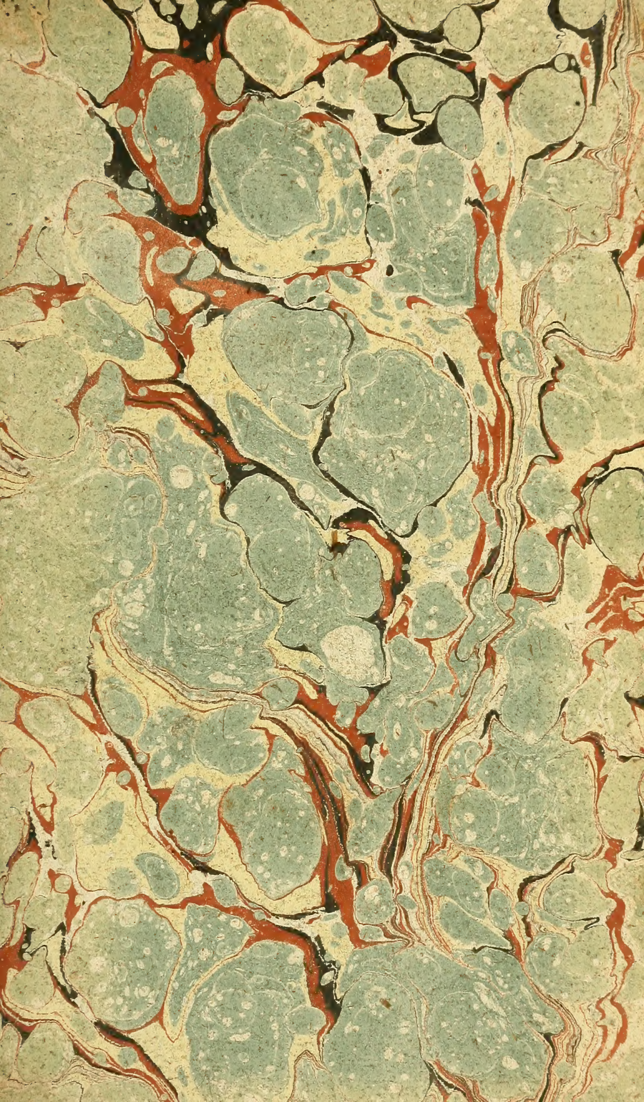






HISTOIRE NATURELLE.

TOME VI.

HISTOIRE
NATURELLE,
GÉNÉRALE
ET PARTICULIERE,

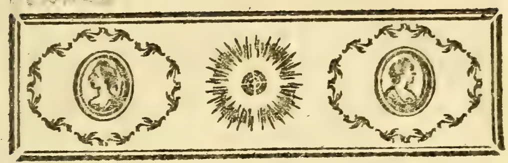
PAR M. LE COMTE DE BUFFON, INTENDANT DU JARDIN DU ROI, DE L'ACADÉMIE FRANÇOISE ET DE CELLE DES SCIENCES, &c.

Tome VI.



AUX DEUX-PONTS,
CHEZ SANSON & COMPAGNIE.

M. DCC. LXXXV.



HISTOIRE NATURELLE.



INTRODUCTION A L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

DES ÉLEMENS.

PREMIERE PARTIE.

De la Lumiere, de la Chaleur & du Feu.

LES puiſſances de la Nature, autant qu'elles nous ſont connues, peuvent ſe réduire à deux forces primitives, celle qui cauſe la peſanteur, & celle qui produit la chaleur. La force d'impulſion leur eſt ſubordonnée,

elle dépend de la premiere pour ses effets particuliers, & tient à la seconde pour l'effet général ; comme l'impulsion ne peut s'exercer qu'au moyen du ressort, & que le ressort n'agit qu'en vertu de la force qui rapproche les parties éloignées, il est clair que l'impulsion a besoin, pour opérer, du concours de l'attraction ; car si la matiere cessoit de s'attirer, si les corps perdoient leur cohérence, tout ressort ne seroit-il pas détruit, toute communication de mouvement interceptée, toute impulsion nulle ? puisque dans le fait (*a*), le mouvement ne se communique & ne peut se transmettre d'un corps à un autre que par l'élasticité, qu'enfin on peut démontrer qu'un corps parfaitement dur, c'est-à-dire, absolument inflexible, seroit en même temps absolument immobile, & tout-à-fait incapable de recevoir l'action d'un autre corps (*b*). L'attraction étant un

---

(*a*) Pour une plus grande intelligence, je prie mes Lecteurs de revoir la seconde partie de l'article de cet Ouvrage, qui a pour titre : *De la nature, seconde vue.*

(*b*) La communication du mouvement a toujours été regardée comme une vérité d'expérience, & les plus grands Mathématiciens se sont contentés d'en calculer les résultats dans les différentes circonstances, & nous ont donné sur cela des règles & des formules où ils ont employé beaucoup d'art ; mais personne, ce me semble, n'a jusqu'ici considéré la nature intime du mouvement, & n'a tâché de se représenter & de présenter aux autres la maniere physique dont le mouvement se transmet & passe d'un corps à un autre corps. On a prétendu que les corps durs pouvoient le rece-



effet général, conſtant & permanent, l'impulſion qui dans la plupart des corps eſt particuliere, & n'eſt ni conſtante ni permanente, en dépend donc comme un effet particulier dépend d'un effet général; car au contraire, ſi toute impulſion étoit détruite, l'attraction ſubſiſteroit & n'en agiroit pas moins, tandis que celle-ci venant à ceſſer, l'autre ſeroit non-ſeulement ſans exercice, mais même ſans exiſtence; c'eſt donc cette différence eſſentielle qui ſubordonne l'impulſion à l'attraction dans toute matiere brute & purement paſſive.

Mais cette impulſion qui ne peut ni s'exercer ni ſe tranſmettre dans les corps bruts qu'au moyen du reſſort, c'eſt-à-dire, du ſe-

---

voir comme les corps à reſſort; & ſur cette hypothèſe dénuée de preuves on a fondé des propoſitions & des calculs dont on a tiré une infinité de fauſſes conſéquences : car les corps ſuppoſés durs & parfaitement inflexibles, ne pourroient recevoir le mouvement. Pour le prouver, ſoit un globe parfaitement dur, c'eſt-à-dire, inflexible dans toutes ſes parties: chacune de ces parties ne pourra par conſéquent être rapprochée ou éloignée de la partie voiſine, ſans quoi cela ſeroit contre la ſuppoſition; donc dans un globe parfaitement dur, les parties ne peuvent recevoir aucun déplacement, aucun changement, aucune action; car ſi elles recevoient une action, elles auroient une réaction, les corps ne pouvant réagir qu'en agiſſant. Puis donc que toutes les parties priſes ſéparément ne peuvent recevoir aucune action, elles ne peuvent en communiquer; la partie poſtérieure qui eſt frappée la premiere ne pourra pas communiquer le mouvement à la partie antérieure, puiſque cette partie poſtérieure qui a été ſuppoſée inflexible, ne peut pas changer, eu

cours de la force d'attraction, dépend encore plus immédiatement, plus généralement, de la force qui produit la chaleur; car c'est principalement par le moyen de la chaleur que l'impulsion pénètre dans les corps organisés, c'est par la chaleur qu'ils se forment, croissent & se développent. On peut rapporter à l'attraction seule tous les effets de la matiere brute, & à cette même force d'attraction jointe à celle de la chaleur, tous les phénomènes de la matiere vive.

J'entends par matiere vive non-seulement tous les êtres qui vivent ou végètent, mais encore toutes les molécules organiques vivantes, dispersées & répandues dans les détrimens ou résidus des corps organisés; je

égard aux autres parties; donc il seroit impossible de communiquer aucun mouvement à un corps inflexible. Mais l'expérience nous apprend qu'on communique le mouvement à tous les corps; donc tous les corps sont à ressort, donc il n'y a point de corps parfaitement durs & inflexibles dans la nature. Un de mes amis (M. Gueneau de Montbeillard), homme d'un excellent esprit, m'a écrit à ce sujet dans les termes suivans: » De la supposition de l'immobilité absolue des corps » absolument durs, il suit qu'il ne faudroit peut-être » qu'un pied cube de cette matiere pour arrêter tout » le mouvement de l'univers connu: & si cette im- » mobilité absolue étoit prouvée, il semble que ce » n'est point assez de dire qu'il n'existe point de ces » corps dans la Nature, & qu'on peut les traiter d'im- » possibles, & dire que la supposition de leur existence » est absurde; car le mouvement provenant du ressort » leur ayant été refusé, ils ne peuvent dès-lors être » capables du mouvement provenant de l'attraction, » qui est par l'hypothèse la cause du ressort «.

comprends encore dans la matiere vive ; celle de la lumiere, du feu, de la chaleur, en un mot toute matiere qui nous paroît être active par elle-même. Or cette matiere vive tend toujours du centre à la circonférence, au lieu que la matiere brute tend au contraire de la circonférence au centre ; c'est une force expansive qui anime la matiere vive, & c'est une force attractive à laquelle obéit la matiere brute : quoique les directions de ces deux forces soient diamétralement opposées, l'action de chacune ne s'en exerce pas moins ; elles se balancent sans jamais se détruire, & de la combinaison de ces deux forces également actives, résultent tous les phénomènes de l'univers.

Mais, dira-t-on, vous réduisez toutes les puissances de la Nature à deux forces, l'une attractive & l'autre expansive, sans donner la cause ni de l'une ni de l'autre, & vous subordonnez à toutes deux l'impulsion qui est la seule force dont la cause nous soit connue & démontrée par le rapport de nos sens ; n'est-ce pas abandonner une idée claire & y substituer deux hypothèses obscures ?

A cela je réponds que, ne connoissant rien que par comparaison, nous n'aurons jamais d'idée de ce qui produit un effet général, parce que cet effet appartenant à tout, on ne peut dès-lors le comparer à rien. Demander quelle est la cause de la force attractive, c'est exiger qu'on nous dise la raison pourquoi toute la matiere s'attire : or ne suffit-il pas de savoir que réellement toute la matiere s'attire, & n'est-il pas aisé de

concevoir que cet effet étant général, nous n'avons nul moyen de le comparer, & par conſéquent nulle eſpérance d'en connoître jamais la cauſe ou la raiſon? Si l'effet, au contraire, étoit particulier comme celui de l'attraction de l'aimant & du fer, on doit eſpérer d'en trouver la cauſe, parce qu'on peut le comparer à d'autres effets particuliers, ou le ramener à l'effet général. Ceux qui exigent qu'on leur donne la raiſon d'un effet général, ne connoiſſent ni l'étendue de la Nature ni les limites de l'eſprit humain: demander pourquoi la matiere eſt étendue, peſante, impénétrable, ſont moins des queſtions, que des propos mal conçus & auxquels on ne doit aucune réponſe. Il en eſt de même de toute propriété particuliere lorſqu'elle eſt eſſentielle à la choſe: demander, par exemple, pourquoi le rouge eſt rouge, ſeroit une interrogation puérile à laquelle on ne doit pas répondre. Le Philoſophe eſt tout près de l'enfant lorſqu'il fait de ſemblables demandes; & autant on peut les pardonner à la curioſité non réfléchie du dernier, autant le premier doit les rejeter & les exclure de ſes idées.

Puis donc que la force d'attraction & la force d'expanſion ſont deux effets généraux, on ne doit pas nous en demander les cauſes; il ſuffit qu'ils ſoient généraux & tous deux réels, tous deux bien conſtatés, pour que nous devions les prendre eux-mêmes pour cauſes des effets particuliers; & l'impulſion eſt un de ces effets qu'on ne doit pas regarder comme une cauſe générale connue ou

démontrée par le rapport de nos ſens, puiſque nous avons prouvé que cette force d'impulſion ne peut exiſter ni agir qu'au moyen de l'attraction qui ne tombe point ſous nos ſens. Rien n'eſt plus évident, diſent certains Philoſophes, que la communication du mouvement par l'impulſion, il ſuffit qu'un corps en choque un autre pour que cet effet ſuive : mais dans ce ſens même la cauſe de l'attraction n'eſt-elle pas encore plus évidente & bien plus générale, puiſqu'il ſuffit d'abandonner un corps pour qu'il tombe & prenne du mouvement ſans choc ? Le mouvement appartient donc, dans tous les cas, encore plus à l'attraction qu'à l'impulſion.

Cette premiere réduction étant faite, il ſeroit peut-être poſſible d'en faire une ſeconde, & de ramener la puiſſance même de l'expanſion à celle de l'attraction, en ſorte que toutes les forces de la matiere dépendroient d'une ſeule force primitive : du moins cette idée me paroîtroit bien digne de la ſublime ſimplicité du plan ſur lequel opère la Nature. Or ne pouvons-nous pas concevoir que cette attraction ſe change en répulſion toutes les fois que les corps s'approchent d'aſſez près pour éprouver un frottement ou un choc des uns contre les autres. L'impénétrabilité, qu'on ne doit pas regarder comme une force, mais comme une réſiſtance eſſentielle à la matiere, ne permettant pas que deux corps puiſſent occuper le même eſpace, que doit-il arriver lorſque deux molécules qui s'attirent d'autant plus puiſſamment qu'elles s'approchent de plus près,

viennent tout-à-coup à ſe heurter? cette réſiſtance invincible de l'impénétrabilité ne devient-elle pas alors une force active ou plutôt réactive qui, dans le contact, repouſſe les corps avec autant de vîteſſe qu'ils en avoient acquis au moment de ſe toucher? & dès-lors la force expanſive ne ſera point une force particuliere oppoſée à la force attractive, mais un effet qui en dérive, & qui ſe manifeſte toutes les fois que les corps ſe choquent ou frottent les uns contre les autres.

J'avoue qu'il faut ſuppoſer dans chaque molécule de matiere, dans chaque atome quelconque, un reſſort parfait, pour concevoir clairement comment s'opère ce changement de l'attraction en répulſion; mais cela même nous eſt aſſez indiqué par des faits: plus la matiere s'atténue, & plus elle prend de reſſort; la terre & l'eau qui en ſont les agrégats les plus groſſiers, ont moins de reſſort que l'air; & le feu qui eſt le plus ſubtil des élémens, eſt auſſi celui qui a le plus de force expanſive. Les plus petites molécules de la matiere, les plus petits atomes que nous connoiſſions, ſont ceux de la lumiere; & l'on ſait qu'ils ſont parfaitement élaſtiques, puiſque l'angle ſous lequel la lumiere ſe réfléchit eſt toujours égal à celui ſous lequel elle arrive: nous pouvons donc en inférer que toutes les parties conſtitutives de la matiere en général ſont à reſſort parfait, & que ce reſſort produit tous les effets de la force expanſive, toutes les fois que les corps ſe heurtent ou ſe

frottent en ſe rencontrant dans des directions oppoſées.

L'expérience me paroît parfaitement d'accord avec ces idées ; nous ne connoiſſons d'autres moyens de produire du feu que par le choc ou le frottement des corps ; car le feu que nous produiſons par la réunion des rayons de la lumiere, ou par l'application du feu déjà produit à des matieres combuſtibles, n'a-t-il pas néanmoins la même origine à laquelle il faudra toujours remonter, puiſqu'en ſuppoſant l'homme ſans miroirs ardens & ſans feu actuel, il n'aura d'autres moyens de produire le feu qu'en frottant ou choquant des corps ſolides les uns contre les autres (*c*) ?

La force expanſive pourroit donc bien n'être dans le réel que la réaction de la force attractive, réaction qui s'opère toutes les fois que les molécules primitives de la matiere, toujours attirées les unes par les autres, arrivent à ſe toucher immédiatement ; car dès-lors il eſt néceſſaire qu'elles ſoient repouſſées avec autant de vîteſſe qu'elles en avoient acquis en direction contraire au moment du contact (*d*), & lorſque ces mo-

(*c*) Le feu que produit quelquefois la fermentation des herbes entaſſées, celui qui ſe manifeſte dans les effervefcences, ne font pas une exception qu'on puiſſe m'oppoſer, puiſque cette production du feu par la fermentation & par l'effervefcence, dépend comme toute autre de l'action du choc des parties de la matiere les unes contre les autres.

(*d*) Il eſt certain, me dira-t-on, que les molécules

lécules sont absolument libres de toute cohérence, & qu'elles n'obéissent qu'au seul mouvement produit par leur attraction, cette vîtesse acquise est immense dans le point du contact. La chaleur, la lumiere, le feu, qui sont les grands effets de la force expansive, seront produits toutes les fois qu'artificiellement ou naturellement les corps seront divisés en parties très petites, & qu'ils se rencontreront dans des directions opposées; & la chaleur sera d'autant plus sensible, la lumiere d'autant plus vive, le feu d'autant

---

rejailliront après le contact, parce que leur vîtesse à ce point, & qui leur est rendue par le ressort, est la somme des vîtesses acquises dans tous les momens précédens par l'effet continuel de l'attraction, & par conséquent doit l'emporter sur l'effort instantané de l'attraction dans le seul moment du contact. Mais ne sera-t-elle pas continuellement retardée, & enfin détruite lorsqu'il y aura équilibre entre la somme des efforts de l'attraction avant le contact, & la somme des efforts de l'attraction après le contact? Comme cette question pourroit faire naître des doutes ou laisser quelques nuages sur cet objet qui par lui-même est difficile à saisir, je vais tâcher d'y satisfaire en m'expliquant encore plus clairement. Je suppose deux molécules, ou pour rendre l'image plus sensible, deux grosses masses de matiere, telles que la Lune & la Terre, toutes deux douées d'un ressort parfait dans toutes les parties de leur intérieur: qu'arriveroit-il à ces deux masses isolées de toute autre matiere, si tout leur mouvement progressif étoit tout-à-coup arrêté, & qu'il ne restât à chacune d'elles que leur force d'attraction réciproque? Il est clair que dans cette supposition, la Lune & la Terre se précipiteroient l'une vers l'autre avec une vîtesse qui augmenteroit à chaque moment, dans la même raison que diminueroit le carré de leur distance. Les vî-

plus violent, que les molécules se feront précipitées les unes contre les autres avec plus de vîtesse par leur force d'attraction mutuelle.

De-là on doit conclure que toute matiere peut devenir lumiere, chaleur, feu ; qu'il suffit que les molécules d'une substance quelconque se trouvent dans un état de liberté, c'est-à-dire, dans un état de division assez grande & de séparation, telle qu'elles puissent obéir sans obstacle à toute la force qui les attire les unes vers les autres ; car dès

---

tesses acquises seront donc immenses au point de contact, ou si l'on veut, au moment de leur choc, & dès-lors ces deux corps que nous avons supposés à ressort parfait, & libres de tous autres empêchemens, c'est-à-dire, entiérement isolés, réjailliront chacun, & s'éloigneront l'un de l'autre dans la direction opposée & avec la même vîtesse qu'ils avoient acquise au point du contact : vîtesse qui, quoique diminuée continuellement par leur attraction réciproque, ne laisseroit pas de les porter d'abord au même lieu d'où ils sont partis, mais encore infiniment plus loin, parce que la retardation du mouvement est ici en ordre inverse de celui de l'accélération, & que la vîtesse acquise au point du choc étant immense, les efforts de l'attraction ne pourront la réduire à zéro qu'à une distance dont le carré seroit également immense ; en sorte que si le contact étoit absolu, & que la distance des deux corps qui se choquent fût absolument nulle, ils s'éloigneroient l'un de l'autre jusqu'à une distance infinie ; & c'est à peu-près ce que nous voyons arriver à la lumiere & au feu dans le moment de l'inflammation des matieres combustibles ; car dans l'instant même elles lancent leur lumiere à une très grande distance, quoique les particules qui se sont converties en lumiere, fussent auparavant très voisines les unes des autres.

qu'elles ſe rencontreront, elles réagiront les unes contre les autres, & ſe fuiront en s'éloignant avec autant de vîteſſe qu'elles en avoient acquis au moment du contact, qu'on doit regarder comme un vrai choc; puiſque deux molécules qui s'attirent mutuellement, ne peuvent ſe rencontrer qu'en direction contraire. Ainſi la lumiere, la chaleur & le feu, ne ſont pas des matieres particulieres, des matieres différentes de toute autre matiere; ce n'eſt toujours que la même matiere qui n'a ſubi d'autre altération, d'autre modification, qu'une grande diviſion de parties, & une direction de mouvement en ſens contraire par l'effet du choc & de la réaction.

Ce qui prouve aſſez évidemment que cette matiere du feu & de la lumiere, n'eſt pas une ſubſtance différente de toute autre matiere, c'eſt qu'elle conſerve toutes les qualités eſſentielles, & même la plupart des attributs de la matiere commune: 1°. la lumiere, quoique compoſée de particules preſque infiniment petites, eſt néanmoins encore diviſible, puiſqu'avec le priſme on ſépare les uns des autres les rayons, ou, pour parler plus clairement, les atomes différemment colorés; 2°. la lumiere, quoique douée en apparence d'une qualité toute oppoſée à celle de la peſanteur, c'eſt-à-dire, d'une volatilité qu'on croiroit lui être eſſentielle, eſt néanmoins peſante comme toute autre matiere, puiſqu'elle fléchit toutes les fois qu'elle paſſe auprès des autres corps, & qu'elle ſe trouve à portée de leur ſphere d'attraction

d'attraction ; je dois même dire qu'elle eſt fort peſante relativement à ſon volume qui eſt d'une petiteſſe extrême, puiſque la vîteſſe immenſe avec laquelle la lumiere ſe meut en ligne directe, ne l'empêche pas d'éprouver aſſez d'attraction près des autres corps, pour que ſa direction s'incline & change d'une maniere très ſenſible à nos yeux ; 3°. la ſubſtance de la lumiere n'eſt pas plus ſimple que celle de toute autre matiere, puiſqu'elle eſt compoſée de parties d'inégale peſanteur ; que le rayon rouge eſt beaucoup plus peſant que le rayon violet, & qu'entre ces deux extrêmes elle contient une infinité de rayons intermédiaires qui approchent plus ou moins de la peſanteur du rayon rouge ou de la légereté du rayon violet : toutes ces conſéquences dérivent néceſſairement des phénomènes de l'inflexion de la lumiere & de ſa réfraction (*e*), qui dans

(*e*) L'attraction univerſelle agit ſur la lumiere ; il ne faut, pour s'en convaincre, qu'examiner les cas extrêmes de la réfraction : lorſqu'un rayon de lumiere paſſe à travers un cryſtal ſous un certain angle d'obliquité, la direction change tout-à-coup, & au lieu de continuer ſa route, il rentre dans le criſtal & ſe réfléchit. Si la lumiere paſſe du verre dans le vide, toute la force de cette puiſſance s'exerce, & le rayon eſt contraint de rentrer, & rentre dans le verre par un effet de ſon attraction que rien ne balance ; ſi la lumiere paſſe du criſtal dans l'air, l'attraction du criſtal plus forte que celle de l'air, la ramène encore, mais avec moins de force, parce que cette attraction du verre eſt en partie détruite par celle de l'air qui agit en ſens contraire ſur le rayon de lumiere ; ſi ce rayon paſſe du

le réel n'eſt qu'une inflexion qui s'opère lorſque la lumiere paſſe à travers les corps tranſparens ; 4°. on peut démontrer que la lumiere eſt maſſive & qu'elle agit dans quelques cas comme agiſſent tous les autres corps ; car, indépendamment de ſon effet ordinaire qui eſt de briller à nos yeux, & de ſon action propre toujours accompagnée

---

criſtal dans l'eau, l'effet eſt bien moins ſenſible, le rayon rentre à peine, parce que l'attraction du criſtal eſt preſque toute détruite par celle de l'eau, qui s'oppoſe à ſon action ; enfin ſi la lumiere paſſe du criſtal dans le criſtal, comme les deux attractions ſont égales, l'effet s'évanouit, & le rayon continue ſa route : d'autres expériences démontrent que cette puiſſance attractive ou cette force réfringente, eſt toujours à très-peu-près proportionnelle à la denſité des matieres tranſparentes, à l'exception des corps onctueux & ſulfureux, dont la force refringente eſt plus grande, parce que la lumiere a plus d'analogie, plus de rapport de nature avec les matieres inflammables qu'avec les autres matieres.

Mais s'il reſtoit quelque doute ſur cette attraction de la lumiere vers les corps, qu'on jette les yeux ſur les inflexions que ſouffre un rayon lorſqu'il paſſe fort près de la ſurface d'un corps ; un trait de lumiere ne peut entrer par un très petit trou, dans une chambre obſcure, ſans être puiſſamment attiré vers les bords du trou ; ce petit faiſceau de rayons ſe diviſe, chaque rayon voiſin de la circonférence du trou, ſe plie vers cette circonférence, & cette inflexion produit des franges colorées, des apparences conſtantes, qui ſont l'effet de l'attraction de la lumiere vers les corps voiſins. Il en eſt de même des rayons qui paſſent entre deux lames de couteau, les uns ſe plient vers la lame ſupérieure, les autres vers la lame inférieure ; il n'y a que ceux du milieu qui ſouffrant une égale attraction des deux côtés, ne ſont pas détournés, & ſuivent leur direction.

d'éclat & souvent de chaleur, elle agit par sa masse lorsqu'on la condense en la réunissant, & elle agit au point de mettre en mouvement des corps assez pesans placés au foyer d'un bon miroir ardent; elle fait tourner une aiguille sur un pivot placé à son foyer; elle pousse, déplace, & chasse les feuilles d'or ou d'argent qu'on lui présente avant de les fondre, & même avant de les échauffer sensiblement. Cette action produite par sa masse, est la premiere, & précède celle de la chaleur; elle s'opère entre la lumiere condensée & les feuilles de métal, de la même façon qu'elle s'opére entre deux autres corps qui deviennent contigus, & par conséquent la lumiere a encore cette propriété commune avec toute autre matiere; 5°. enfin on sera forcé de convenir que la lumiere est un mixte, c'est-à-dire, une matiere composée comme la matiere commune, non-seulement de parties plus grosses & plus petites, plus ou moins pesantes, plus ou moins mobiles, mais encore différemment figurées; quiconque aura réfléchi sur les phénomènes que Newton appelle *les accès de facile réflexion & de facile transmission de la lumiere*, & sur les effets de la double réfraction du cristal de roche, & du spath appellé cristal d'Islande, ne pourra s'empêcher de reconnoître que les atomes de la lumiere ont plusieurs côtés, plusieurs faces différentes, qui, selon qu'elles se présentent, produisent constamment des effets différens (*f*).

(*f*) Chaque rayon de lumiere a deux côtés opposés,

En voilà plus qu'il n'en faut pour démontrer que la lumiere n'eſt pas une matiere particuliere ni différente de la matiere commune ; que ſon eſſence eſt la même, ſes propriétés eſſentielles les mêmes ; qu'enfin elle n'en diffère que parce qu'elle a ſubi dans le point du contact la répulſion d'où provient ſa volatilité. Et de la même maniere que l'effet de la force d'attraction s'étend à l'infini, toujours en décroiſſant comme l'eſpace augmente, les effets de la répulſion s'étendent & décroiſſent de même, mais en ordre inverſe ; en ſorte que l'on peut appliquer à la force expanſive tout ce que l'on ſait de la force attractive : ce ſont pour la Nature deux inſtrumens de même eſpéce, ou plutôt ce n'eſt que le même inſtrument qu'elle manie dans deux ſens oppoſés.

Toute matiere deviendra lumiere, dès que toute cohérence étant détruite, elle ſe trouvera diviſée en molécules ſuffiſamment petites, & que ces molécules étant en liberté, ſeront déterminées par leur attraction mutuelle à ſe précipiter les unes contre les autres ; dans l'inſtant du choc la force répulſive s'exercera, les molécules ſe fuiront

---

doués originairement d'une propriété d'où dépend la réfraction extraordinaire du criſtal, & deux autres côtés oppoſés qui n'ont pas cette propriété (*Optique de Newton, queſtion XXVI, traduction de Coſte*). *Nota.* Cette propriété dont parle ici Newton, ne peut dépendre que de l'étendue ou de la figure de chacun des côtés des rayons, c'eſt-à-dire, des atômes de lumiere. Voyez cet article en entier dans Newton.

en tout ſens avec une vîteſſe preſque infinie, laquelle néanmoins n'eſt qu'égale à leur vîteſſe acquiſe au moment du contact : car la loi de l'attraction étant d'augmenter comme l'eſpace diminue, il eſt évident qu'au contact l'eſpace toujours proportionnel au carré de la diſtance devient nul, & que par conſéquent la vîteſſe acquiſe en vertu de l'attraction, doit à ce point devenir preſqu'infinie; cette vîteſſe ſeroit même infinie ſi le contact étoit immédiat, & par conſéquent la diſtance entre les deux corps abſolument nulle; mais, comme nous l'avons ſouvent répété, il n'y a rien d'abſolu, rien de parfait dans la Nature, & de même rien d'abſolument grand, rien d'abſolument petit, rien d'entiérement nul, rien de vraiment infini; & tout ce que j'ai dit de la petiteſſe *infinie* des atomes qui conſtituent la lumiere, de leur reſſort *parfait*, de la diſtance *nulle* dans le moment du contact, ne doit s'entendre qu'avec reſtriction. Si l'on pouvoit douter de cette vérité métaphyſique, il ſeroit poſſible d'en donner une démonſtration phyſique, ſans même nous écarter de notre ſujet. Tout le monde ſait que la lumiere emploie environ ſept minutes & demie de temps à venir du ſoleil juſqu'à nous; ſuppoſant donc le ſoleil à trente-ſix millions de lieues, la lumiere parcourt cette énorme diſtance en ſept minutes & demie, ou ce qui revient au même (ſuppoſant ſon mouvement uniforme), quatre-vingt mille lieues en une ſeconde. Cette vîteſſe, quoique prodigieuſe, eſt néanmoins bien éloignée d'être infinie, puiſqu'elle eſt déterminable par les

nombres ; elle cessera même de paroître prodigieuse, lorsqu'on réfléchira que la Nature semble marcher en grand, presque aussi vîte qu'en petit ; il ne faut pour cela que supputer la célérité du mouvement des comètes à leur périhélie, ou même celle des planètes qui se meuvent le plus rapidement, & l'on verra que la vîtesse de ces masses immenses, quoique moindre, se peut néanmoins comparer d'assez près avec celle de nos atomes de lumiere.

Et de même que toute matiere peut se convertir en lumiere par la division & la répulsion de ses parties excessivement divisées, lorsqu'elles éprouvent un choc des unes contre les autres ; la lumiere peut aussi se convertir en toute autre matiere par l'addition de ses propres parties, accumulées par l'attraction des autres corps. Nous verrons dans la suite que tous les élémens sont convertibles ; & si l'on a douté que la lumiere qui paroît être l'élément le plus simple, pût se convertir en substance solide, c'est que, d'une part, on n'a pas fait assez d'attention à tous les phénomènes, & que d'autre part on étoit dans le préjugé, qu'étant essentiellement volatile, elle ne pouvoit jamais devenir fixe. Mais n'avons-nous pas prouvé que la fixité & la volatilité dépendent de la même force attractive dans le premier cas, devenue répulsive dans le second ? & dès-lors ne sommes-nous pas fondés à croire que ce changement de la matiere fixe en lumiere, & de la lumiere en

matiere fixe, eſt une des plus fréquentes opérations de la Nature ?

Après avoir montré que l'impulſion dépend de l'attraction ; que la force expanſive eſt la même que la force attractive devenue négative ; que la lumiere, & à plus forte raiſon la chaleur & le feu ne ſont que des manieres d'être de la matiere commune ; qu'il n'exiſte, en un mot, qu'une ſeule force & une ſeule matiere toujours prête à s'attirer ou à ſe repouſſer ſuivant les circonſtances ; recherchons comment avec ce ſeul reſſort & ce ſeul ſujet, la Nature peut varier ſes œuvres à l'infini. Nous mettrons de la méthode dans cette reherche, & nous en préſenterons les réſultats avec plus de clarté, en nous abſtenant de comparer d'abord les objets les plus éloignés, les plus oppoſés, comme le feu & l'eau, l'air & la terre, & en nous conduiſant au contraire par les mêmes degrés, par les mêmes nuances douces que ſuit la nature dans toutes ſes démarches. Comparons donc les choſes les plus voiſines, & tâchons d'en ſaiſir les différences, c'eſt-à-dire, les particularités, & de les préſenter avec encore plus d'évidence que leurs généralités. Dans le point de vue général, la lumiere, la chaleur & le feu ne ſont qu'un ſeul objet, mais dans le point de vue particulier, ce ſont trois objets diſtincts, trois choſes qui, quoique ſe reſſemblant par un grand nombre de propriétés, différent néanmoins par un petit nombre d'autres propriétés aſſez eſſentielles, pour qu'on puiſſe les regarder comme trois choſes dif-

férentes, & qu'on doive les comparer une à une.

Quelles sont d'abord les propriétés communes de la lumiere & du feu, quelles sont aussi leurs propriétés différentes? La lumiere, dit-on, & le feu élémentaire ne sont qu'une même chose, une seule substance: cela peut être; mais comme nous n'avons pas encore d'idée nette du feu élémentaire, abstenons-nous de prononcer sur ce premier point. La lumiere & le feu, tel que nous les connoissons, ne sont-ils pas au contraire deux choses différentes, deux substances distinctes & composées différemment? le feu est à la vérité très souvent lumineux, mais quelquefois aussi le feu existe sans aucune apparence de lumiere; le feu, soit lumineux, soit obscur, n'existe jamais sans une grande chaleur, tandis que la lumiere brille souvent avec éclat sans la moindre chaleur sensible. La lumiere paroît être l'ouvrage de la nature; le feu n'est que le produit de l'industrie de l'homme: la lumiere subsiste, pour ainsi dire, par elle-même, & se trouve répandue dans les espaces immenses de l'univers entier; le feu ne peut subsister qu'avec des alimens, & ne se trouve qu'en quelques points de l'espace où l'homme le conserve, & dans quelques endroits de la profondeur de la terre, où il se trouve également entretenu par des alimens convenables. La lumiere, à la vérité, lorsqu'elle est condensée, réunie par l'art de l'homme, peut produire du feu; mais ce n'est qu'autant qu'elle tombe sur des matieres combustibles. La

lumiere

lumiere n'eſt donc tout au plus, & dans ce ſeul cas, que le principe du feu, & non pas le feu; ce principe même n'eſt pas immédiat, il en ſuppoſe un intermédiaire, & c'eſt celui de la chaleur qui paroît tenir encore de plus près que la lumiere à l'eſſence du feu. Or, la chaleur exiſte tout auſſi ſouvent ſans lumiere que la lumiere exiſte ſans chaleur; ces deux principes ne paroiſſent donc pas néceſſairement liés enſemble; leurs effets ne ſont ni ſimultanés ni contemporains, puiſque dans des certaines circonſtances on ſent de la chaleur long-temps avant que la lumiere paroiſſe, & que dans d'autres circonſtances on voit de la lumiere long-temps avant de ſentir de la chaleur, & même ſans en ſentir aucune.

Dès-lors la chaleur n'eſt-elle pas une autre maniere d'être, une modification de la matiere, qui diffère à la vérité moins que toute autre de celle de la lumiere, mais qu'on peut néanmoins conſidérer à part, & qu'on devroit concevoir encore plus aiſément? Car la facilité plus ou moins grande que nous avons à concevoir les opérations différentes de la nature, dépend de celle que nous avons d'y appliquer nos ſens; lorſqu'un effet de la nature tombe ſous deux de nos ſens, la vue & le toucher, nous croyons en avoir une pleine connoiſſance; un effet qui n'affecte que l'un ou l'autre de ces deux ſens, nous paroît plus difficile à connoître; & dans ce cas, la facilité ou la difficulté d'en juger, dépend du degré de ſupériorité qui ſe trouve

entre nos ſens ; la lumiere que nous n'appercevons que par le ſens de la vue (ſens le plus fautif & le plus incomplet), ne devroit pas nous être auſſi-bien connue, que la chaleur qui frappe le toucher, & affecte par conſéquent le plus sûr de nos ſens. Cependant il faut avouer qu'avec cet avantage on a fait beaucoup moins de découvertes ſur la nature de la chaleur, que ſur celle de la lumiere, ſoit que l'homme ſaiſiſſe mieux ce qu'il voit que ce qu'il ſent, ſoit que la lumiere ſe préſentant ordinairement comme une ſubſtance diſtincte & différente de toutes les autres, elle a paru digne d'une conſidération particuliere ; au lieu que la chaleur dont l'effet eſt plus obſcur, ſe préſentant comme un objet moins iſolé, moins ſimple, n'a pas été regardée comme une ſubſtance diſtincte, mais comme un attribut de la lumiere & du feu.

Quand même cette opinion, qui fait de la chaleur un pur attribut, une ſimple qualité, ſe trouveroit fondée, il ſeroit toujours utile de conſidérer la chaleur en elle-même & par les effets qu'elle produit toute ſeule ; c'eſt-à-dire, lorſqu'elle nous paroît indépendante de la lumiere & du feu. La premiere choſe qui me frappe, & qui me paroît bien digne de remarque, c'eſt que le ſiège de la chaleur eſt tout différent de celui de la lumiere ; celle-ci occupe & parcoure les eſpaces vides de l'univers ; la chaleur au contraire ſe trouve généralement répandue dans toute la matiere ſolide. Le globe de la terre

& toutes les matieres dont il eſt compoſé, ont un degré de chaleur bien plus conſidérable qu'on ne pourroit l'imaginer. L'eau a ſon degré de chaleur qu'elle ne perd qu'en changeant ſon état, c'eſt-à-dire, en perdant ſa fluidité; l'air a auſſi ſa chaleur, que nous appellons ſa température, qui varie beaucoup, mais qu'il ne perd jamais en entier, puiſque ſon reſſort ſubſiſte même dans le plus grand froid; le feu a auſſi ſes différens degrés de chaleur, qui paroiſſent moins dépendre de ſa nature propre, que de celle des alimens qui le nourriſſent. Ainſi toute la matiere connue eſt chaude, & dès-lors la chaleur eſt une affection bien plus générale que celle de la lumiere.

La chaleur pénètre tous les corps qui lui ſont expoſés, & cela ſans aucune exception; tandis qu'il n'y a que les corps tranſparens qui laiſſent paſſer la lumiere, & qu'elle eſt arrêtée & en partie repouſſée par tous les corps opaques. La chaleur ſemble donc agir d'une maniere bien plus générale & plus palpable que n'agit la lumiere; & quoique les molécules de la chaleur ſoient exceſſivement petites, puiſqu'elles pénètrent les corps les plus compactes, il me ſemble néanmoins que l'on peut démontrer qu'elles ſont bien plus groſſes que celles de la lumiere; car on fait de la chaleur avec la lumiere, en la réuniſſant en grande quantité; d'ailleurs la chaleur agiſſant ſur le ſens du toucher, il eſt néceſſaire que ſon action ſoit proportionnée à la groſſiéreté de ce ſens, comme la délicateſſe des organes de la vue

paroît l'être à l'extrême fineſſe des parties de la lumiere : celles-ci ſe meuvent avec la plus grande vîteſſe, agiſſent dans l'inſtant à des diſtances immenſes ; tandis que celles de la chaleur n'ont qu'un mouvement progreſſif aſſez lent, qui ne paroît s'étendre qu'à de petits intervalles du corps dont elles emanent.

Le principe de toute chaleur paroît être l'attrition des corps ; tout frottement, c'eſt-à-dire, tout mouvement en ſens contraire entre des matieres ſolides, produit de la chaleur ; & ſi ce même effet n'arrive pas dans les fluides, c'eſt parce que leurs parties ne ſe touchent pas d'aſſez près pour pouvoir être frottées les unes contre les autres, & qu'ayant peu d'adhérence entr'elles, leur réſiſtance au choc des autres corps eſt trop foible pour que la chaleur puiſſe naître ou ſe manifeſter à un degré ſenſible ; mais dans ce cas on voit ſouvent de la lumiere produite par ce frottement d'un fluide, ſans ſentir de la chaleur. Tous les corps, ſoit en petit ou en grand volume, s'échauffent dès qu'ils ſe rencontrent en ſens contraire : la chaleur eſt donc produite par le mouvement de toute matiere palpable & d'un volume quelconque ; au lieu que la production de la lumiere qui ſe fait auſſi par le mouvement en ſens contraire, ſuppoſe de plus la diviſion de la matiere en parties très petites ; & comme cette opération de la nature eſt la même pour la production de la chaleur & celle de la lumiere, que c'eſt le mouvement en ſens contraire, la rencontre des corps

qui produisent l'un & l'autre, on doit en conclure que les atomes de la lumiere sont solides par eux-mêmes, & qu'ils sont chauds au moment de leur naissance; mais on ne peut pas également assurer qu'ils conservent leur chaleur au même degré que leur lumiere, ni qu'ils ne cessent pas d'être chauds avant de cesser d'être lumineux. Des expériences familieres paroissent indiquer que la chaleur de la lumiere du soleil augmente en passant à travers une glace plane, quoique la quantité de la lumiere soit diminuée considérablement par la réflexion qui se fait à la surface extérieure de la glace, & que la matiere même du verre en retienne une certaine quantité. D'autres expériences plus recherchées (*g*) semblent prouver que la lu-

(*g*) Un habile Physicien (M. de Saussure, citoyen de Genève) a bien voulu me communiquer le résultat des expériences qu'il a faites dans les montagnes, sur la différente chaleur des rayons du soleil, & je vais rapporter ici ses propres expressions. » J'ai fait faire, en » Mars 1767, cinq caisses rectangulaires de verre blanc » de Bohême, chacune desquelles est la moitié d'un » cube coupé parallélement à sa base; la premiere a » un pied de largeur en tout sens, sur six pouces de » hauteur; la seconde, dix pouces sur cinq, & ainsi » de suite jusqu'à la cinquième qui a deux pouces sur » un. Toutes ces caisses sont ouvertes par le bas, & » s'emboîtent les unes dans les autres sur une table » fort épaisse de bois de poirier noirci, à laquelle elles » sont fixées. J'emploie sept thermomètres à cette ex» périence, l'un suspendu en l'air & parfaitement isolé » à côté des boîtes & à la même distance du sol, un » autre posé sur la caisse extérieure en dehors de cette » caisse, & à-peu-près au milieu; le suivant posé de

miere augmente de chaleur à mesure qu'elle traverse une plus grande épaisseur de notre atmosphere.

On sait de tout temps que la chaleur devient d'autant moindre, ou le froid d'autant plus grand, qu'on s'élève plus haut dans les montagnes. Il est vrai que la chaleur qui provient du globe entier de la terre, doit être moins sensible sur ces pointes avancées qu'elle ne l'est dans les plaines; mais cette cause n'est point du tout proportionnelle à l'effet : l'action de la chaleur qui émane du globe terrestre ne pouvant diminuer qu'en raison du quarré de la distance, il ne pa-

---

» même sur la seconde caisse, & ainsi des autres jusqu'au dernier qui est sous la cinquième caisse, & à » demi noyé dans le bois de la table.

» Il faut observer que tous ces thermomètres sont » de mercure, & que tous, excepté le dernier, ont » la boule nue, & ne sont pas engagés comme les » thermomètres ordinaires dans une planche ou dans » une boîte dont le plus ou moins d'aptitude à prendre » & à conserver la chaleur, fait entiérement varier » les résultats des expériences.

» Tout cet appareil exposé au soleil dans un lieu » découvert, par exemple, sur le mur de clôture d'une » grande terrasse, je trouve que le thermomètre suspendu à l'air libre, monte le moins haut de tous; » que celui qui est sur la caisse extérieure, monte un » peu plus haut, ensuite celui qui est sur la seconde » caisse, & ainsi des autres, en observant cependant » que le thermomètre qui est posé sur la cinquième » caisse, monte plus haut, que celui qui est sous elle & » à demi noyé dans le bois de la table : j'ai vu celui-là » monter à 70 degrés de Reaumur (en plaçant le 0 à » la congélation & le 80me degré à l'eau bouillante).

roît pas qu'à la hauteur d'une demi-lieue, qui n'eſt que la trois-millième partie du demi-diamètre du globe, dont le centre doit être pris pour le foyer de la chaleur; il ne paroît pas, dis-je, que cette différence, qui dans cette ſuppoſition n'eſt que d'une unité ſur neuf millions, puiſſe produire une diminution de chaleur auſſi conſidérable, à beaucoup près, que celle qu'on éprouve en s'élevant à cette hauteur; car le thermomètre y baiſſe dans tous les temps de l'année juſqu'au point de la congélation de l'eau; la neige ou la glace ſubſiſtent auſſi ſur ces grandes montagnes à-peu-près à cette hau-

---

» Les fruits expoſés à cette chaleur, s'y cuiſent & y » rendent leur jus.

» Quand cet appareil eſt expoſé au ſoleil dès le ma» tin, on obſerve communément la plus grande chaleur » vers les deux heures & demi après midi; & lorſqu'on » le retire des rayons du ſoleil, il emploie pluſieurs » heures à ſon entier refroidiſſement.

» J'ai fait porter ce même appareil ſur une monta» gne élevée d'environ cinq cents toiſes au-deſſus du » lieu où ſe faiſoient ordinairement les expériences; » & j'ai trouvé que le refroidiſſement cauſé par l'élé» vation, agiſſoit beaucoup plus ſur les thermomètres » ſuſpendus à l'air libre, que ſur ceux qui étoient en» fermés dans les caiſſes de verre, quoique j'euſſe eu » ſoin de remplir les caiſſes de l'air même de la mon» tagne, par égard pour la fauſſe hypothèſe de ceux » qui croient que le froid des montagnes tient de la » pureté de l'air qu'on y reſpire «.

Il ſeroit à deſirer que M. de Sauſſure, de la ſagacité duquel nous devons attendre d'excellentes choſes, ſuivît encore plus loin ces expériences, & voulût bien en publier les réſultats.

teur dans toutes les saisons : il n'est donc pas probable que cette grande différence de chaleur provienne uniquement de la différence de la chaleur de la terre : l'on en sera pleinement convaincu, si l'on fait attention qu'au haut des volcans où la terre est plus chaude, qu'en aucun autre endroit de la surface du globe, le froid de l'air est à très peu près le même, que dans les autres montagnes à la même hauteur.

On pourroit donc penser que les atomes de la lumiere, quoique très chauds au moment de leur naissance & au sortir du soleil, se refroidissent beaucoup pendant les sept minutes & demie de temps que dure leur traversée du soleil à la terre, d'autant que la durée de la chaleur, ou, ce qui revient au même, le temps du refroidissement des corps étant en raison de leur diamètre, il sembleroit qu'il ne faut qu'un très petit moment pour le refroidissement des atomes presqu'infiniment petits de la lumiere ; & cela seroit en effet s'ils étoient isolés : mais comme ils se succédent presque immédiatement, & qu'ils se propagent en faisceaux d'autant plus serrés qu'ils sont plus près du lieu de leur origine, la chaleur que chaque atome perd, tombe sur les atomes voisins ; & cette communication réciproque de la chaleur qui s'évapore de chaque atome, entretient plus long-temps la chaleur générale de la lumiere ; & comme sa direction constante est toujours en rayons divergens, que leur éloignement l'un de l'autre augmente comme l'espace qu'ils ont parcouru, & qu'en

même temps la chaleur qui part de chaque atome, comme centre, diminue auſſi dans la même raiſon; il s'enſuit que l'action de la lumiere des rayons ſolaires décroiſſant en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, celle de leur chaleur décroît en raiſon inverſe du quarré-quarré de cette même diſtance.

Prenant donc pour unité le demi-diamètre du ſoleil, & ſuppoſant l'action de la lumiere comme 1000, à la diſtance d'un demi-diamètre de la ſurface de cet aſtre, elle ne ſera plus que comme $\frac{1000}{4}$ à la diſtance de deux demi-diamètres, que comme $\frac{1000}{9}$ à celle de trois demi-diamètres, comme $\frac{1000}{16}$ à la diſtance de quatre demi-diamètres; & enfin en arrivant à nous qui ſommes éloignés du ſoleil de trente-ſix millions de lieues, c'eſt-à-dire, d'environ deux cents vingt-quatre de ſes demi-diamètres, l'action de la lumiere ne ſera plus que comme $\frac{1000}{50625}$, c'eſt-à-dire, plus de cinquante mille fois plus foible qu'au ſortir du ſoleil; & la chaleur de chaque atome de lumiere étant auſſi ſuppoſée 1000 au ſortir du ſoleil, ne ſera plus que comme $\frac{1000}{16}$, $\frac{1000}{81}$, $\frac{1000}{256}$ à la diſtance ſucceſſive de 1, 2, 3 demi-diamètres, & en arrivant à nous, comme $\frac{1000}{2562890625}$, c'eſt-à-dire, plus de deux mille cinq cents millions de fois plus foible qu'au ſortir du ſoleil.

Quand même on ne voudroit pas admettre cette diminution de la chaleur de la lumiere en raiſon du quarré quarré de la diſtance au ſoleil, quoique cette eſtimation me paroiſſe fondée ſur un raiſonnement aſſez clair, il ſera toujours vrai que la chaleur, dans ſa

propagation, diminue beaucoup plus que la lumiere, au moins quant à l'impreſſion qu'elles font l'une & l'autre ſur nos ſens. Qu'on excite une très forte chaleur, qu'on allume un grand feu dans un point de l'eſpace, on ne le ſentira qu'à une diſtance médiocre, au lieu qu'on en voit la lumiere à de très grandes diſtances; qu'on approche peu-à-peu la main d'un corps exceſſivement chaud, on s'appercevra par la ſeule ſenſation que la chaleur augmente beaucoup plus que l'eſpace ne diminue; car on ſe chauffe ſouvent avec plaiſir à une diſtance qui ne diffère que de quelques pouces de celle où l'on ſe brûleroit. Tout paroît donc nous indiquer que la chaleur diminue en plus grande raiſon que la lumiere, à meſure que toutes deux s'éloignent du foyer dont elles partent.

Ainſi l'on peut croire que les atomes de la lumiere ſont fort refroidis lorſqu'ils arrivent à la ſurface de notre atmoſphere; mais qu'en traverſant la grande épaiſſeur de cette maſſe tranſparente, ils y reprennent par le frottement une nouvelle chaleur. La vîteſſe infinie avec laquelle les particules de la lumiere frôlent celles de l'air, doit produire une chaleur d'autant plus grande, que le frottement eſt plus multiplié; & c'eſt probablement par cette raiſon que la chaleur des rayons ſolaires ſe trouve, par l'expérience, beaucoup plus grande dans les couches inférieures de l'atmoſphere, & que le froid de l'air paroît augmenter ſi conſidérablement à meſure qu'on s'élève. Peut-être auſſi que comme la lumiere ne prend de la

chaleur qu'en se réunissant, il faut un grand nombre d'atomes de lumiere pour constituer un seul atome de chaleur, & que c'est par cette raison que la lumiere foible de la lune, quoique frôlée dans l'atmosphere comme celle du soleil, ne prend aucun degré de chaleur sensible. Si, comme le dit M. Bouguer (*h*), l'intensité de la lumiere du soleil à la surface de la terre, est trois cents mille fois plus grande que celle de la lumiere de la lune, celle-ci ne peut qu'être presqu'absolument insensible, même en la réunissant au foyer des plus puissans miroirs ardens qui ne peuvent la condenser qu'environ deux mille fois, dont ôtant la moitié pour la perte par la réflexion ou la réfraction, il ne reste qu'une trois-centième partie d'intensité au foyer du miroir. Or, y a-t-il des thermomètres assez sensibles pour indiquer le degré de chaleur contenu dans une lumiere trois cents fois plus foible que celle du soleil, & pourra-t-on faire des miroirs assez puissans pour la condenser davantage ?

Ainsi l'on ne doit pas inférer de tout ce que j'ai dit, que la lumiere puisse exister sans aucune chaleur, mais seulement que les degrés de cette chaleur sont très différens, selon les différentes circonstances, & toujours insensibles lorsque la lumiere est très foible (*i*). La chaleur au contraire paroît

---

(*h*) Essai d'Optique sur la gradation de la lumiere.

(*i*) On pourroit même présumer que la lumiere en elle-même est composée de parties plus ou moins chau-

exiſter habituellement, & même ſe faire ſentir vivement ſans lumiere; ce n'eſt ordinairement que quand elle devient exceſſive que la lumiere l'accompagne. Mais ce qui mettroit encore une différence bien eſſentielle entre ces deux modifications de la matiere, c'eſt que la chaleur qui pénètre tous les corps, ne paroît ſe fixer dans aucun, & ne s'y arrêter que peu de temps; au lieu que la lumiere s'incorpore, s'amortit & s'éteint dans tous ceux qui ne la réfléchiſſent pas, ou qui ne la laiſſent pas paſſer librement.

---

des; le rayon rouge, dont les atomes ſont bien plus maſſifs & probablement plus gros, que ceux du rayon violet, doit en toutes circonſtances conſerver beaucoup plus de chaleur, & cette préſomption me paroît aſſez fondée pour qu'on doive chercher à la conſtater par l'expérience; il ne faut pour cela que recevoir au ſortir du priſme, une égale quantité de rayons rouges & de rayons violets, ſur deux petits miroirs concaves ou deux lentilles réfringentes, & voir au thermomètre le réſultat de la chaleur des uns & des autres.

Je me rappelle une autre expérience qui ſemble démontrer que les atomes bleus de la lumiere ſont plus petits que ceux des autres couleurs; c'eſt qu'en recevant ſur une feuille très mince d'or battu, la lumiere du ſoleil, elle ſe réfléchit toute, à l'exception des rayons bleus qui paſſent à travers la feuille d'or, & peignent d'un beau bleu le papier blanc qu'on met à quelque diſtance derriere la feuille d'or. Ces atomes bleus ſont donc plus petits que les autres, puiſqu'ils paſſent où les autres ne peuvent paſſer : mais je n'inſiſte pas ſur les conſéquences qu'on doit tirer de cette expérience, parce que cette couleur bleue produite en apparence par la feuille d'or, peut tenir au phénomène des ombres bleues dont je parlerai dans un des Mémoires ſuivans.

Faites chauffer à tous degrés des corps de toute ſorte, tous perdront en aſſez peu de temps la chaleur acquiſe, tous reviendront au degré de la température générale, & n'auront par conſéquent que la même chaleur qu'ils avoient auparavant. Recevez de même la lumiere en plus ou moins grande quantité ſur des corps noirs ou blancs, bruts ou polis, vous reconnoîtrez aiſément que les uns l'admettent, les autres la repouſſent, & qu'au lieu d'être affectés d'une maniere uniforme, comme ils le ſont par la chaleur, ils ne le ſont que d'une maniere relative à leur nature, à leur couleur, à leur poli; les noirs abſorberont plus la lumiere que les blancs, les bruts plus que les polis. Cette lumiere une fois abſorbée, reſte fixe & demeure dans les corps qui l'ont admiſe, elle ne reparoît plus, elle n'en ſort pas comme le fait la chaleur; d'où l'on devroit conclure que les atomes de la lumiere peuvent devenir parties conſtituantes des corps en s'uniſſant à la matiere qui les compoſe; au lieu que la chaleur ne ſe fixant pas, ſemble empêcher au contraire l'union de toutes les parties de la matiere, & n'agir que pour les tenir ſéparées.

Cependant il y a des cas où la chaleur ſe fixe à demeure dans les corps, & d'autres cas où la lumiere qu'ils ont abſorbée reparoît & en ſort comme la chaleur. Les diamans, les autres pierres tranſparentes qui s'imbibent de la lumiere du ſoleil; les pierres opaques, comme celle de Bologne, qui, par la calcination, reçoivent les particules d'un

feu brillant ; tous les phoſphores naturels rendent la lumiere qu'ils ont abſorbée ; & cette reſtitution ou déperdition de lumiere ſe fait ſucceſſivement & avec le temps, à-peu-près comme ſe fait celle de la chaleur. Et peut-être la même choſe arrive dans les corps opaques, en tout ou en partie. Quoi qu'il en ſoit, il paroît d'après tout ce qui vient d'être dit, que l'on doit reconnoître deux ſortes de chaleur, l'une lumineuſe, dont le ſoleil eſt le foyer immenſe, & l'autre obſcure, dont le grand réſervoir eſt le globe terreſtre. Notre corps, comme faiſant partie du globe, participe à cette chaleur obſcure ; & c'eſt par cette raiſon qu'étant obſcure par elle-même, c'eſt-à-dire, ſans lumiere, elle eſt encore obſcure pour nous, parce que nous ne nous en appercevons par aucun de nos ſens. Il en eſt de cette chaleur du globe comme de ſon mouvement, nous y ſommes ſoumis, nous y participons ſans le ſentir & ſans nous en douter. De-là il eſt arrivé que les Phyſiciens ont porté d'abord toutes leurs vues, toutes leurs recherches ſur la chaleur du ſoleil, ſans ſoupçonner qu'elle ne faiſoit qu'une très petite partie de celle que nous éprouvons réellement ; mais ayant fait des inſtrumens pour reconnoître la différence de chaleur immédiate des rayons du ſoleil en été, à celle de ces mêmes rayons en hiver, ils ont trouvé avec étonnement que cette chaleur ſolaire eſt en été ſoixante-ſix fois plus grande qu'en hiver dans notre climat, & que néanmoins la plus grande chaleur de notre été ne différoit que d'un ſeptième du

plus grand froid de notre hiver : d'où ils ont conclu, avec grande raison, qu'indépendamment de la chaleur que nous recevons du soleil, il en émane une autre du globe même de la terre, bien plus considérable, & dont celle du soleil n'est que le complément ; en sorte qu'il est aujourd'hui démontré que cette chaleur qui s'échappe de l'intérieur de la terre (*k*), est dans notre climat au moins vingt-neuf fois en été, & quatre cents fois en hiver plus grande que la chaleur qui nous vient du soleil ; je dis au moins, car quelqu'exactitude que les Physiciens, & en particulier M. de Mairan, ayent apporté dans ces recherches, quelque précision qu'ils ayent pu mettre dans leurs observations & dans leur calcul ; j'ai vu, en les examinant, que le résultat pouvoit en être porté plus haut (*l*).

(*k*) Voyez l'histoire de l'Académie des Sciences, année 1702, page 7 ; & le Mémoire de M. Amontons, page 155 ; -- les Mémoires de M. Mairan, année 1710, page 104 ; année 1721, page 8 ; année 1765, p. 143.

(*l*) Les Physiciens ont pris pour le degré du froid absolu mille degrés au-dessous de la congélation, il falloit plutôt le supposer de dix mille que de mille ; car quoique je sois très persuadé qu'il n'existe rien d'absolu dans la Nature, & que peut-être un froid de dix mille degrés n'existe que dans les espaces les plus éloignés de tout soleil ; cependant comme il s'agit ici de prendre pour unité le plus grand froid possible, je l'aurois au moins supposé plus grand que celui dont nous pouvons produire la moitié ou les trois cinquièmes, car on a produit artificiellement cinq cent quatre-vingt-douze degrés de froid à Pétersbourg, le 6 Janvier 1760, le froid naturel étant de 31 degrés au-des-

Cette grande chaleur qui réside dans l'intérieur du globe, qui sans cesse en émane à l'extérieur, doit entrer comme élément dans la combinaison de tous les autres élémens. Si le soleil est le pere de la nature, cette chaleur de la terre en est la mere, & toutes deux se réunissent pour produire, entretenir animer les êtres organisés, & pour travailler, assimiler, composer les substances inanimées. Cette chaleur intérieure du globe

---

sous de la congélation; & si l'on eût fait la même expérience en Sibérie, où le froid naturel est quelquefois de soixante-dix degrés, on eût produit un froid de plus de mille degrés; car on a observé que le froid artificiel suivoit la même proportion que le froid naturel. Or, 31 : 592 : : 70 : 1336 $\frac{24}{31}$; il seroit donc possible de produire en Sibérie un froid de treize cent trente-six degrés au-dessous de la congélation; donc le plus grand degré de froid possible doit être supposé bien au-delà de mille ou même de treize cent trente-six pour en faire l'unité à laquelle on rapporte les degrés de la chaleur tant solaire que terrestre, ce qui ne laissera pas d'en rendre la différence encore plus grande. --- Une autre remarque que j'ai faite en examinant la construction de la table dans laquelle M. de Mairan donne les rapports de la chaleur des émanations du globe terrestre à ceux de la chaleur solaire pour tous les climats de la terre, c'est qu'il n'a pas pensé ou qu'il a négligé d'y faire entrer la considération de l'épaisseur du globe, plus grande sous l'équateur que sous les pôles. Cela néanmoins devroit être mis en compte, & auroit un peu changé les rapports qu'il donne pour chaque latitude. --- Enfin une troisième remarque, & qui tient à la premiere, c'est qu'il dit (page 160) qu'ayant fait construire une machine qui étoit comme un extrait de mes miroirs brûlans, & ayant fait tomber la lumiere réfléchie du soleil sur des thermomètres, il avoit tou-

qui tend toujours du centre à la circonférence, & qui s'éloigne perpendiculairement de la surface de la terre, est, à mon avis, un grand agent dans la nature; l'on ne peut guere douter qu'elle n'ait la principale influence sur la perpendicularité de la tige des plantes, sur les phénomènes de l'électricité, dont la principale cause est le frottement ou mouvement en sens contraire, sur les effets du magnétisme, &c. Mais comme je ne pré-

---

jours trouvé que si un miroir plan avoit fait monter la liqueur, par exemple, de trois degrés, deux miroirs dont on réunissoit la lumiere, la faisoient monter de six degrés; & trois miroirs, de neuf degrés. Or il est aisé de sentir que ceci ne peut pas être généralement vrai; car la grandeur des degrés du thermomètre n'est fondée que sur la division en mille parties, & sur la supposition que mille degrés au-dessous de la congélation font le froid absolu; & comme il s'en faut bien que ce terme soit celui du plus grand froid possible, il est nécessaire qu'une augmentation de chaleur double ou triple par la réunion de deux ou trois miroirs, élève la liqueur à des hauteurs différentes de celle des degrés du thermomètre, selon que l'expérience sera faite dans un temps plus ou moins chaud; que celui ou ces hauteurs s'accorderont le mieux ou différeront le moins, sera celui des jours chauds de l'été, & que les expériences ayant été faites sur la fin de Mai, ce n'est que par hasard qu'elles ont donné le résultat des augmentations de chaleur par les miroirs, proportionnelles aux degrés de l'échelle du thermomètre. Mais j'abrège cette critique, en renvoyant à ce que j'ai dit près de vingt ans avant ce Mémoire de M. de Mairan, sur la construction d'un thermomètre réel, & sa graduation par le moyen de mes miroirs brûlans. *Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1747.*

tends pas faire ici un Traité de Physique, je me bornerai aux effets de cette chaleur sur les autres élémens. Elle suffit seule, elle est même bien plus grande qu'il ne faut pour maintenir la raréfaction de l'air au degré que nous respirons; elle est plus que suffisante pour entretenir l'eau dans son état de liquidité, car on a descendu des thermomètres jusqu'à cent vingt brasses de profondeur (*m*), & les retirant promptement, on a vu que la température de l'eau y étoit à très peu près la même que dans l'intérieur de la terre à pareille profondeur, c'est-à-dire, de dix degrés deux tiers. Et comme l'eau la plus chaude monte toujours à la surface, & que le sel l'empêche de geler, on ne doit pas être surpris de ce qu'en général la mer ne gèle pas, & que les eaux douces ne gèlent que d'une certaine épaisseur, l'eau du fond restant toujours liquide, lors même qu'il fait le plus grand froid, & que les couches supérieures sont en glace de dix pieds d'épaisseur.

Mais la terre est celui de tous les élémens sur lequel cette chaleur intérieure a dû produire & produit encore les plus grands effets. On ne peut pas douter, après les preuves que j'en ai données (*n*), que cette chaleur n'ait été originairement bien plus grande

(*m*) Histoire physique de la mer, par M. le Comte Marsigli, *page 16*.

(*n*) Voyez, dans cet ouvrage, l'article de la formation des planètes; & ci-après, les articles des époques de la Nature.

qu'elle ne l'eſt aujourd'hui : ainſi on doit lui rapporter, comme à la cauſe premiere, toutes les ſublimations, précipitations, agrégations, ſéparations, en un mot, tous les mouvemens qui ſe ſont faits & ſe font chaque jour dans l'intérieur du globe, & ſurtout dans la couche extérieure où nous avons pénétré, & dont la matiere a été remuée par les agens de la Nature, ou par les mains de l'homme ; car à une ou peut-être deux lieues de profondeur, on ne peut guere préſumer qu'il y ait eu des converſions de matiere, ni qu'il s'y faſſe encore des changemens réels : toute la maſſe du globe ayant été fondue, liquéfiée par le feu, l'intérieur n'eſt qu'un verre ou concret ou diſcret, dont la ſubſtance ſimple ne peut recevoir aucune altération par la chaleur ſeule ; il n'y a donc que la couche ſupérieure & ſuperficielle qui, étant expoſée à l'action des cauſes extérieures, aura ſubi toutes les modifications que ces cauſes réunies à celle de la chaleur intérieure auront pu produire par leur action combinée, c'eſt-à-dire, toutes les modifications, toutes les différences, toutes les formes, en un mot, des ſubſtances minérales.

Le feu qui ne paroît être, à la premiere vue, qu'un compoſé de chaleur & de lumiere, ne ſeroit-il pas encore une modification de la matiere qu'on doive conſidérer à part, quoiqu'elle ne diffère pas eſſentiellement de l'une ou de l'autre, & encore moins des deux priſes enſemble ? le feu n'exiſte jamais ſans chaleur, mais il

peut exister sans lumiere. On verra par mes expériences, que la chaleur seule & dénuée de toute apparence de lumiere, peut produire les mêmes effets que le feu le plus violent. On voit aussi que la lumiere seule, lorsqu'elle est réunie, produit les mêmes effets; elle semble porter en elle-même une substance qui n'a pas besoin d'aliment; le feu ne peut subsister au contraire qu'en absorbant de l'air, & il devient d'autant plus violent qu'il en absorbe devantage; tandis que la lumiere concentrée & reçue dans un vase purgé d'air, agit comme le feu dans l'air, & que la chaleur resserrée, retenue dans un espace clos, subsiste & même augmente avec une très petite quantité d'alimens. La différence la plus générale entre le feu, la chaleur & la lumiere, me paroît donc consister dans la quantité, & peut-être dans la qualité de leurs alimens. L'air est le premier aliment du feu, les matieres combustibles ne sont que le second; j'entends par premier aliment, celui qui est toujours néceſſaire & sans lequel le feu ne pourroit faire aucun usage des autres. Des expériences connues de tous les Physiciens, nous démontrent qu'un petit point de feu, tel que celui d'une bougie placée dans un vase bien fermé, absorbe en peu de temps une grande quantité d'air, & qu'elle s'éteint auſſitôt que la quantité ou la qualité de cet aliment lui manque. D'autres expériences bien connues des Chimistes, prouvent que les matieres les plus combustibles, telles que les charbons, ne se consu-

ment pas dans des vaiſſeaux bien clos, quoiqu'expoſées à l'action du plus grand feu. L'air eſt donc le premier, le véritable aliment du feu ; & les matieres combuſtibles ne peuvent lui en fournir que par le ſecours & la médiation de cet elément dont il eſt néceſſaire, avant d'aller plus loin, que nous conſidérions ici quelques propriétés.

Nous avons dit que toute fluidité avoit la chaleur pour cauſe ; & en comparant quelques fluides enſemble, nous voyons qu'il faut beaucoup plus de chaleur pour tenir le fer en fuſion que l'or, beaucoup plus pour y tenir l'or que l'étain, beaucoup moins pour y tenir la cire, beaucoup moins pour y tenir l'eau, encore beaucoup moins pour y tenir l'eſprit-de-vin, & enfin exceſſivement moins pour y tenir le mercure, puiſqu'il ne perd ſa fluidité qu'au cent quatre-vingt-ſeptième degré au-deſſous de celui où l'eau perd la ſienne. Cette matiere, le mercure, ſeroit donc le plus fluide des corps ſi l'air ne l'étoit encore plus. Or, que nous indique cette fluidité plus grande dans l'air que dans aucune matiere ? il me ſemble qu'elle ſuppoſe le moindre degré poſſible d'adhérence entre ſes parties conſtituantes, ce qu'on peut concevoir en les ſuppoſant de figure à ne pouvoir ſe toucher qu'en un point. On pourroit croire auſſi qu'étant douées de ſi peu d'énergie apparente, & de ſi peu d'attraction mutuelle des unes vers les autres, elles ſont, par cette raiſon, moins maſſives & plus légères, que

celles de tous les autres corps : mais cela me paroît démenti par la comparaison du mercure, le plus fluide des corps après l'air, & dont néanmoins les parties constituantes paroissent être plus massives & plus pesantes que celles de toutes les autres matieres, à l'exception de l'or. La plus ou moins grande fluidité n'indique donc pas que les parties du fluide soient plus ou moins pesantes, mais seulement que leur adhérence est d'autant moindre, leur union d'autant moins intime, & leur séparation d'autant plus aisée. S'il faut mille degrés de chaleur pour entretenir la fluidité de l'eau, il n'en faudra peut-être qu'un pour maintenir celle de l'air.

L'air est donc de toutes les matieres connues, celle que la chaleur divise le plus facilement, celle dont les parties lui obéissent avec le moins de résistance, celle qu'elle met le plus aisément en mouvement expansif & contraire à celui de la force attractive. Ainsi l'air est tout près de la nature du feu, dont la principale propriété consiste dans ce mouvement expansif ; & quoique l'air ne l'ait pas par lui-même, la plus petite particule de chaleur ou de feu suffisant pour le lui communiquer, on doit cesser d'être étonné de ce que l'air augmente si fort l'activité du feu, & de ce qu'il est si nécessaire à sa subsistance : car étant de toutes les substances, celle qui prend le plus aisément le mouvement expansif, ce sera celle aussi que le feu entraînera, enlèvera de préférence à toute autre, ce sera celle qu'il

s'appropriera le plus intimement, comme étant de la nature la plus voiſine de la ſienne; & par conſéquent l'air doit être du feu l'adminicule le plus puiſſant, l'aliment le plus convenable, *l'ami* le plus intime & le plus néceſſaire.

Les matieres combuſtibles que l'on regarde vulgairement comme les vrais alimens du feu, ne lui ſervent néanmoins, ne lui profitent en rien dès qu'elles ſont privées du ſecours de l'air; le feu le plus violent ne les conſume pas, & même ne leur cauſe aucune altération ſenſible; au lieu qu'avec de l'air, une ſeule étincelle de feu les embraſe, & qu'à meſure qu'on fournit de l'air en plus ou moins grande quantité, le feu devient dans la même proportion plus vif, plus étendu, plus dévorant. De ſorte qu'on peut meſurer la célérité ou la lenteur avec laquelle le feu conſume les matieres combuſtibles par la quantité plus ou moins grande de l'air qu'on lui fournit. Ces matieres ne ſont donc, pour le feu, que des alimens ſecondaires, qu'il ne peut s'approprier par lui-même, & dont il ne peut faire uſage qu'autant que l'air s'y mêlant, les rapproche de la nature du feu, en les modifiant, & leur ſert d'intermède pour les y réunir.

On pourra (ce me ſemble) concevoir clairement cette opération de la Nature, en conſidérant que le feu ne réſide pas dans les corps d'une maniere fixe, qu'il n'y fait ordinairement qu'un ſéjour inſtantané, qu'étant toujours en mouvement expanſif, il

ne peut ſubſiſter dans cet état qu'avec les matieres ſuſceptibles de ce même mouvement, que l'air s'y prêtant avec toute facilité, la ſomme de ce mouvement devient plus grande, l'action du feu plus vive, & que dès-lors les parties les plus volatiles des matieres combuſtibles, telles que les molécules aëriennes, huileuſes, &c. obéiſſant ſans effort à ce mouvement expanſif qui leur eſt communiqué, elles s'élèvent en vapeurs; que ces vapeurs ſe convertiſſent en flamme par le même ſecours de l'air extérieur; & qu'enfin tant qu'il ſubſiſte dans les corps combuſtibles quelques parties capables de recevoir, par le ſecours de l'air, ce mouvement d'expanſion, elles ne ceſſent de s'en ſéparer pour ſuivre l'air & le feu dans leur route, & par conſéquent ſe conſumer en s'évaporant avec eux.

Il y a de certaines matieres, telles que le phoſphore artificiel, le pyrophore, la poudre à canon qui paroiſſent à la premiere vue faire une exception à ce que je viens de dire, car elles n'ont pas beſoin pour s'enflammer & ſe conſumer en entier, du ſecours d'un air renouvelé; leur combuſtion peut s'opérer dans les vaiſſeaux les mieux fermés; mais c'eſt par la raiſon que ces matieres, qu'on doit regarder comme les plus combuſtibles de toutes, contiennent dans leur ſubſtance tout l'air néceſſaire à leur combuſtion. Leur feu produit d'abord cet air & le conſume à l'inſtant; & comme il eſt en très grande quantité dans ces matieres, il ſuffit à leur pleine combuſtion

qui

qui dès-lors n'a pas besoin, comme toutes les autres, du secours d'un air étranger.

Cela semble nous indiquer que la différence la plus essentielle qu'il y ait entre les matieres combustibles & celles qui ne le sont pas, c'est que celles-ci ne contiennent que peu ou point de ces matieres légères, aëriennes, huileuses, susceptibles du mouvement expansif, ou que si elles en contiennent, elles s'y trouvent fixées & retenues; en sorte que quoique volatiles en elles-mêmes, elles ne peuvent exercer leur volatilité toutes les fois que la force du feu n'est pas assez grande pour surmonter la force d'adhésion qui les retient unies aux parties fixes de la matiere. On peut même dire que cette induction qui se tire immédiatement de mes principes, se trouve confirmée par un grand nombre d'observations bien connues des Chimistes & des Physiciens; mais ce qui paroît l'être moins, & qui cependant en est une conséquence nécessaire, c'est que toute matiere pourra devenir volatile dès que l'homme pourra augmenter assez la force expansive du feu, pour la rendre supérieure à la force attractive qui tient unie les parties de la matiere, que nous appellons fixes; car d'une part, il s'en faut bien que nous ayons un feu aussi fort que nous pourrions l'avoir par des miroirs mieux conçus, que ceux dont on s'est servi jusqu'à ce jour; & d'autre côté, nous sommes assurés que la fixité n'est qu'une quantité relative, & qu'aucune

matiere n'eſt d'une fixité abſolue ou invincible ; puiſque la chaleur dilate les corps les plus fixes. Or cette dilatation n'eſt-elle pas l'indice d'un commencement de ſéparation qu'on augmente avec le degré de chaleur juſqu'à la fuſion, & qu'avec une chaleur encore plus grande on augmenteroit juſqu'à la volatiliſation ?

La combuſtion ſuppoſe quelque choſe de plus que la volatiliſation, il ſuffit pour celle-ci que les parties de la matiere ſoient aſſez diviſées, aſſez ſéparées les unes des autres pour pouvoir être enlevées par celles de la chaleur ; au lieu que pour la combuſtion, il faut encore qu'elles ſoient d'une nature analogue à celle du feu, ſans cela le mercure qui eſt le plus fluide après l'air, ſeroit auſſi le plus combuſtible, tandis que l'expérience nous démontre que quoique très volatil il eſt incombuſtible. Or, quel eſt donc l'analogie ou plutôt le rapport de nature que peuvent avoir les matieres combuſtibles avec le feu? La matiere en général, eſt compoſée de quatre ſubſtances principales, qu'on appelle *Elémens ;* la terre, l'eau, l'air & le feu, entrent tous quatre en plus ou moins grande quantité dans la compoſition de toutes les matieres particulieres ; celles où la terre & l'eau dominent ſeront fixes, & ne pourront devenir que volatiles par l'action de la chaleur ; celles au contraire qui contiennent beaucoup d'air & de feu, ſeront les ſeules vraiment combuſtibles. La grande difficulté qu'il y ait ici, c'eſt de concevoir nettement

comment l'air & le feu, tous deux si volatils, peuvent se fixer & devenir parties constituantes de tous les corps ; car nous prouverons que quoiqu'il y ait une plus grande quantité d'air & de feu fixes dans les matieres combustibles, & qu'ils y soient combinés d'une maniere différente que dans les autres matieres, toutes néanmoins contiennent une quantité considérable de ces deux élémens ; & que les matieres les plus fixes & les moins combustibles, sont celles qui retiennent ces élémens fugitifs avec le plus de force. Le fameux Phlogistique des Chimistes (être de leur méthode plutôt que de la Nature), n'est pas un principe simple & identique, comme ils nous le présentent ; c'est un composé, un produit de l'alliage, un résultat de la combinaison des deux élémens, de l'air & du feu fixés dans le corps. Sans nous arrêter donc sur les idées obscures & incomplètes que pourroit nous fournir la considération de cet être précaire, tenons-nous-en à celle de nos quatre élémens réels, auxquels les Chimistes, avec tous leurs nouveaux principes, seront toujours forcés de revenir ultérieurement.

Nous voyons clairement que le feu en absorbant de l'air en détruit le ressort. Or, il n'y a que deux manieres de détruire un ressort, la premiere en le comprimant assez pour le rompre, la seconde en l'étendant assez pour qu'il soit sans effet. Ce n'est pas de la premiere maniere dont le feu peut détruire le ressort de l'air ; puisque le moindre degré de chaleur le raréfie, que cette

raréfaction augmente avec elle, & que l'expérience nous apprend qu'à une très forte chaleur, la raréfaction de l'air est si grande, qu'il occupe alors un espace treize fois plus étendu, que celui de son volume ordinaire; le ressort dès-lors en est d'autant plus foible, & c'est dans cet état qu'il peut devenir fixe & s'unir sans résistance sous cette nouvelle forme avec les autres corps. On entend bien que cet air transformé & fixé n'est point du tout le même que celui qui se trouve dispersé, disséminé dans la plupart des matieres, & qui conserve dans leurs pores sa nature entière; celui-ci ne leur est que mélangé & non pas uni; il ne leur tient que par une très foible adhérence; au lieu que l'autre leur est si étroitement attaché, si intimément incorporé, que souvent on ne peu l'en séparer

Nous voyons de même que la lumiere, en tombant sur les corps, n'est pas, à beaucoup près, entiérement réfléchie, qu'il en reste en grande quantité dans la petite épaisseur de la surface qu'elle frappe: que par conséquent elle y perd son mouvement, s'y éteint, s'y fixe & devient dès-lors partie constituante de tout ce qu'elle pénètre. Ajoutez à cet air, à cette lumiere, transformés & fixés dans les corps, & qui peuvent être en quantité variable; ajoutez-y, dis-je, la quantité constante du feu que toutes matieres, de quelque espéce que ce soit, possède également: cette quantité constante de feu ou de chaleur actuelle du globe de la terre, dont la somme est bien plus grande

que celle de la chaleur qui nous vient du ſoleil, me paroît être non-ſeulement un des grands reſſorts du mécaniſme de la Nature, mais en même temps un élément dont toute la matiere du globe eſt pénétrée; c'eſt le feu élémentaire qui, quoique toujours en mouvement expanſif, doit par ſa longue réſidence dans la matiere, & par ſon choc contre ſes parties fixes, s'unir, s'incorporer avec elles, & s'éteindre par parties comme le fait la lumiere (*o*).

Si nous conſidérons plus particuliérement la nature des matieres combuſtibles, nous verrons que toutes proviennent originairement des végétaux, des animaux, des êtres en un mot, qui ſont placés à la ſurface du globe que le ſoleil éclaire, échauffe & vivifie; les bois, les charbons, les tourbes, les bitumes, les réſines, les huiles, les graiſſes, les ſuifs qui ſont les vraies matieres combuſtibles, puiſque toutes les autres ne le ſont qu'autant qu'elles en contiennent, ne proviennent-ils pas tous des corps organiſés ou de leurs détrimens? le bois & même

(*o*) Ceci même pourroit ſe prouver par une expérience qui mériteroit d'être pouſſée plus loin. J'ai recueilli ſur un miroir ardent par réflexion, une aſſez forte chaleur ſans aucune lumiere, au moyen d'une plaque de tôle miſe entre le braſier & le miroir; une partie de la chaleur s'eſt réfléchie au foyer du miroir, tandis que tout le reſte de la chaleur l'a pénétré; mais je n'ai pu m'aſſurer ſi l'augmentation de chaleur dans la matiere du miroir, n'étoit pas auſſi grande que s'il n'en eût pas réfléchi.

le charbon ordinaire, les graisses, les huiles par expression, la cire & le suif, ne sont que des substances extraites immédiatement des végétaux & des animaux; les tourbes, les charbons fossiles, les succins, les bitumes liquides ou concrets, sont des produits de leur mêlange & de leur décomposition, dont les détrimens ultérieurs forment les soufres & les parties combustibles du fer, du zinc, des pyrites & de tous les minéraux que l'on peut enflammer. Je sens que cette derniere assertion ne sera pas admise, & pourra même être rejetée, surtout par ceux qui n'ont étudié la Nature que par la voie de la chimie; mais je les prie de considérer que leur méthode n'est pas celle de la Nature, qu'elle ne pourra le devenir ou même s'en approcher qu'autant qu'elle s'accordera avec la saine physique, autant qu'on en bannira, non-seulement les expressions obscures & techniques, mais surtout les principes précaires, les êtres fictifs auxquels on fait jouer le plus grand rôle, sans néanmoins les connoître. Le soufre *en chimie*, n'est que le composé de l'acide vitriolique & du phlogistique; quelle apparence y a-t-il donc qu'il puisse, comme les autres matieres combustibles, tirer son origine du détriment des végétaux ou des animaux? A cela je réponds, même en admettant cette définition chimique, que l'acide vitriolique, & en général tous les acides, tous les alkalis sont moins des substances de la Nature que des produits de l'art. La Nature forme des sels & du soufre, elle emploie à leur composi-

tion, comme à celle de toutes les autres ſubſtances, les quatre élémens; beaucoup de terre & d'eau, un peu d'air & de feu entrent en quantité variable dans chaque différente ſubſtance ſaline; moins de terre & d'eau, & beaucoup plus d'air & de feu, ſemblent entrer dans la compoſition du ſoufre. Les ſels & les ſoufres doivent donc être regardés comme des êtres de la Nature dont on extrait, par le ſecours de l'art de la chimie, & par le moyen du feu, les différens acides qu'ils contiennent; & puiſque nous avons employé le feu, & par conſéquent de l'air & des matieres combuſtibles pour extraire ces acides, pouvons-nous douter qu'ils n'ayent retenu, & qu'ils ne contiennent réellement des parties de matiere combuſtible qui y feront entrées pendant l'extraction?

Le phlogiſtique eſt encore bien moins que l'acide, un être naturel, ce ne feroit même qu'un être de raiſon, ſi on ne le regardoit pas comme un compoſé d'air & de feu devenu fixe & inhérent aux autres corps. Le ſoufre peut en effet contenir beaucoup de ce phlogiſtique, beaucoup auſſi d'acide vitriolique; mais il a, comme toute autre matiere, & ſa terre & ſon eau; d'ailleurs ſon origine indique qu'il faut une grande conſommation de matieres combuſtibles pour ſa production; il ſe trouve dans les volcans, & il ſemble que la Nature ne le produiſe que par effort & par le moyen du plus grand feu; tout concourt donc à nous prouver qu'il eſt de la même nature que les aurres matieres combuſtibles, & que par conſéquent

il tire, comme elles, sa premiere origine du détriment des êtres organisés.

Mais je vais plus loin : les acides eux-mêmes viennent en grande partie de la décomposition des substances animales ou végétales, & contiennent en conséquence des principes de la combustion. Prenons pour exemple le salpêtre, ne doit-il pas son origine à ces matieres? n'est-il pas formé par la putréfaction des végétaux, ainsi que des urines & des excrémens des animaux? il me semble que l'expérience le démontre, puisqu'on ne cherche, on ne trouve le salpêtre que dans les habitations où l'homme & les animaux ont long-temps résidé; & puisqu'il est immédiatement formé du détriment des substances animales & végétales, ne doit-il pas contenir une prodigieuse quantité d'air & de feu fixes? aussi en contient-il beaucoup, & même beaucoup plus que le soufre, le charbon, l'huile, &c. Toutes ces matieres combustibles ont besoin, comme nous l'avons dit, du secours de l'air pour brûler, & se consument d'autant plus vîte, qu'elles en reçoivent en plus grande quantité; le salpêtre n'en a pas besoin dès qu'il est mêlé avec quelques-unes de ces matieres combustibles, il semble porter en lui-même le réservoir de tout l'air nécessaire à sa combustion : en le faisant détonner lentement, on le voit souffler son propre feu, comme le feroit un soufflet étranger; en le renfermant le plus étroitement, son feu, loin de s'éteindre, n'en prend que plus de force & produit les explosions terribles, sur lesquelles

ſont fondés nos arts meurtriers. Cette combuſtion ſi prompte eſt en même temps ſi complète, qu'il ne reſte preſque rien après l'inflammation; tandis que toutes les autres matieres enflammées laiſſent des cendres ou d'autres réſidus qui démontrent que leur combuſtion n'eſt pas entière, ou, ce qui revient au même, qu'elles contiennent un aſſez grand nombre de parties fixes qui ne peuvent ni ſe brûler ni même ſe volatiliſer. On peut de même démontrer que l'acide vitriolique contient auſſi beaucoup d'air & de feu fixes, quoiqu'en moindre quantité, que l'acide nitreux; & dès-lors il tire, comme celui-ci, ſon origine de la même ſource; & le ſoufre dans la compoſition duquel cet acide entre ſi abondamment, tire des animaux & des végétaux, tous les principes de ſa combuſtibilité.

Le phoſpore artificiel, qui eſt le premier dans l'ordre des matieres combuſtibles, & dont l'acide eſt différent de l'acide nitreux & de l'acide vitriolique, ne ſe tire auſſi que du règne animal, ou ſi l'on veut, en partie du règne végétal élaboré dans les animaux, c'eſt-à-dire, des deux ſources de toute matiere combuſtible. Le phoſphore s'enflamme de lui-même, c'eſt-à-dire, ſans communication de matiere ignée, ſans frottement, ſans autre addition que celle du contact de l'air: autre preuve de la néceſſité de cet élément pour la combuſtion même d'une matiere qui ne paroît être compoſée que du feu. Nous démontrerons dans la ſuite que l'air eſt contenu dans l'eau ſous une forme moyen-

ne, entre l'état d'élasticité & celui de fixité; le feu paroît être dans le phosphore à-peu-près dans ce même état moyen; car de même que l'air se dégage de l'eau dès que l'on diminue la pression de l'atmosphère, le feu se dégage du phosphore lorqu'on fait cesser la pression de l'eau, où l'on est obligé de le tenir submergé pour pouvoir le garder & empêcher son feu de s'exalter. Le phosphore semble contenir cet élément sous une forme obscure & condensée, & il paroît être pour le feu obscur ce qu'est le miroir ardent pour le feu lumineux, c'est-à-dire un moyen de condensation.

Mais sans nous soutenir plus long-temps à la hauteur de ces considérations générales, auxquelles je pourrai revenir lorsqu'il sera nécessaire, suivons d'une maniere plus directe & plus particuliere l'examen du feu; tâchons de saisir ses effets, & de les présenter sous un point de vue plus fixe, qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

L'action du feu, sur les différentes substances, dépend beaucoup de la maniere dont on l'applique; & le produit de son action sur une même substance paroîtra différent, selon la façon dont il est administré. J'ai pensé qu'on devoit considérer le feu dans trois états différens, le premier relatif à sa vîtesse, le second à son volume, & le troisième à sa masse; sous chacun de ces points de vue, cet élément si simple, si uniforme en apparence, paroîtra pour ainsi dire, un élément différent. On augmente la vîtesse du feu sans en augmenter le volume apparent,

toutes les fois que dans un eſpace donné & rempli de matieres combuſtibles, on preſſe l'action & le développement du feu en augmentant la vîteſſe de l'air par des ſoufflets, des trompes, des ventilateurs, des tuyaux d'aſpiration, &c. qui tous accélèrent plus ou moins la rapidité de l'air dirigé ſur le feu; ce qui comprend, comme l'on voit, tous les inſtrumens, tous les fourneaux à vent, depuis les grands fourneaux de forges juſqu'à la lampe des émailleurs.

On augmente l'action du feu par ſon volume toutes les fois qu'on accumule une grande quantité de matieres combuſtibles, & qu'on en fait rouler la chaleur & la flamme dans des fourneaux de réverbère ; ce qui comprend, comme l'on ſait, les fourneaux de nos manufactures de glaces, de criſtal, de verre, de porcelaine, de poterie, & auſſi ceux où l'on fond tous les métaux & les minéraux à l'exception du fer; le feu agit ici par ſon volume, & n'a que ſa propre vîteſſe puiſqu'on n'en augmente pas la rapidité, par des ſoufflets ou d'autres inſtrumens qui portent l'air ſur le feu. Il eſt vrai que la forme des *tiſards*, c'eſt-à-dire des ouvertures principales, par où ces fourneaux tirent l'air, contribue à l'attirer plus puiſſamment qu'il ne le feroit en eſpace libre; mais cette augmentation de vîteſſe eſt très peu conſidérable en comparaiſon de la grande rapidité que lui donnent les ſoufflets ; par ce dernier procédé on accélère l'action du feu qu'on aiguiſe par l'air autant qu'il eſt poſſible; par l'autre pro-

cédé on l'augmente en concentrant ſa flamme en grand volume.

Il y a, comme l'on voit, pluſieurs moyens d'augmenter l'action du feu, ſoit qu'on veuille le faire agir par ſa vîteſſe ou par ſon volume; mais il n'y en a qu'un ſeul par lequel on puiſſe augmenter ſa maſſe, c'eſt de le réunir au foyer d'un miroir ardent. Lorſqu'on reçoit ſur un miroir réfringent ou réflexif les rayons du ſoleil, ou même ceux d'un feu bien allumé, on les réunit dans un eſpace d'autant moindre, que le miroir eſt plus grand & le foyer plus court. Par exemple, avec un miroir de quatre pieds de diamètre & d'un pouce de foyer, il eſt clair que la quantité de lumiere ou de feu qui tombe ſur le miroir de quatre pieds ſe trouvant réunie dans l'eſpace d'un pouce, ſeroit deux mille trois cent quatre fois plus denſe qu'elle ne l'étoit, ſi toute la matiere incidente arrivoit ſans perte à ce foyer. Nous verrons ailleurs ce qui s'en perd effectivement; mais il nous ſuffit ici de faire ſentir que quand même cette perte ſeroit des deux tiers ou des trois quarts, la maſſe du feu concentré au foyer de ce miroir, ſera toujours ſix ou ſept cent fois plus denſe qu'elle ne l'étoit à la ſurface du miroir. Ici, comme dans tous les autres cas, la maſſe accroît par la contraction du volume; & le feu dont on augmente ainſi la denſité, a toutes les propriétés d'une maſſe de matiere; car indépendamment de l'action de la chaleur par laquelle il pénètre les corps, il les pouſſe &

les déplace, comme le feroit un corps solide en mouvement qui en choqueroit un autre. On pourra donc augmenter par ce moyen la densité ou la masse du feu, d'autant plus qu'on perfectionnera davantage la construction des miroirs ardens.

Or, chacune de ces trois manieres d'administrer le feu & d'en augmenter ou la vîtesse, ou le volume, ou la masse, produit sur les mêmes substances des effets souvent très différens ; on calcine par l'un de ces moyens ce que l'on fond par l'autre, on volatilise par le dernier ce qui paroît réfractaire au premier ; en sorte que la même matiere donne des résultats si peu semblables, qu'on ne peut compter sur rien, à moins qu'on ne la travaille en même temps ou successivement par ces trois moyens ou procédés que nous venons d'indiquer ; ce qui est une route plus longue, mais la seule qui puisse nous conduire à la connoissance exacte de tous les rapports que les diverses substances peuvent avoir avec l'élément du feu. Et de la même maniere que je divise en trois procédés généraux l'administration de cet élément, je divise de même en trois classes toutes les matieres que l'on peut soumettre à son action. Je mets à part, pour un moment, celles qui sont purement combustibles & qui proviennent immédiatement des animaux & des végétaux ; & je divise toutes les matieres minérales en trois classes relativement à l'action du feu : la premiere est celle des matieres, que cette action long-temps continuée

rend plus légeres, comme le fer; la seconde, celle des matieres que cette même action du feu rend plus pesantes, comme le plomb ; & la troisième classe est celle des matieres sur lesquelles, comme sur l'or, cette action du feu ne paroît produire aucun effet sensible, puisqu'elle n'altère point leur pesanteur ; toutes les matieres existantes & possibles, c'est-à-dire, toutes les substances simples & composées, seront nécessairement comprises dans l'une de ces trois classes. Ces expériences par les trois procédés, qui ne sont pas difficiles à faire, & qui ne demandent que de l'exactitude & du temps, pourroient nous découvrir plusieurs choses utiles, & seroient très nécessaires pour fonder sur des principes réels la théorie de la Chimie ; cette belle science jusqu'à nos jours n'a porté que sur une nomenclature précaire, & sur des mots d'autant plus vagues, qu'ils sont plus généraux. Le feu étant, pour ainsi dire, le seul instrument de cet art, & sa nature n'étant point connue, non plus que ses rapports avec les autres corps, on ne sait ni ce qu'il y met ni ce qu'il en ôte ; on travaille donc à l'aveugle, & l'on ne peut arriver qu'à des résultats obscurs, que l'on rend encore plus obscurs en les érigeant en principes. Le phlogistique, le minéralisateur, l'acide, l'akali, &c. ne sont que des termes créés par la méthode, dont les définitions sont adoptées par convention, & ne répondent à aucune idée claire & précise, ni même à aucun être réel. Tant que nous ne connoîtrons pas mieux

la nature du feu, tant que nous ignorerons ce qu'il ôte ou donne aux matieres qu'on ſoumet à ſon action, il ne ſera pas poſſible de prononcer ſur la nature de ces mêmes matieres d'après les opérations de la chimie; puiſque chaque matiere à laquelle le feu ôte ou donne quelque choſe, n'eſt plus la ſubſtance ſimple que l'on voudroit connoître, mais une matiere compoſée & mélangée, ou dénaturée par l'addition ou la ſouſtraction d'autres matieres que le feu en enlève ou y fait entrer.

Prenons pour exemple de cette addition & de cette ſouſtraction, le plomb & le marbre; par la ſimple calcination l'on augmente le poids du plomb de près d'un quart, & l'on diminue celui du marbre de près de moitié; il y a donc un quart de matiere inconnue que le feu donne au premier, & une moitié d'autre matiere également inconnue qu'il enlève au ſecond. Tous les raiſonnemens de la chimie ne nous ont pas démontré juſqu'ici, ce que c'eſt que cette matiere donnée ou enlevée par le feu; & il eſt évident que lorſqu'on travaille ſur le plomb & ſur le marbre après leur calcination, ce ne ſont plus ces matieres ſimples que l'on traite, mais d'autres matieres dénaturées & compoſées par l'action du feu. Ne ſeroit-il donc pas néceſſaire avant tout, de procéder d'après les vues que je viens d'indiquer, de voir d'abord ſous un même coup-d'œil toutes les matieres que le feu ne change ni n'altere, enſuite celles que le feu détruit ou diminue, & enfin celles qu'il au-

gmente & compose en s'incorporant avec elles ?

Mais examinons de plus près la nature du feu considéré en lui-même. Puisque c'est une substance matérielle, il doit être sujet à la loi générale à laquelle toute matiere est soumise, il est le moins pesant de tous les corps, mais cependant il pèse ; & quoique ce que nous avons dit précédemment suffise pour le prouver évidemment, nous le démontrerons encore par des expériences palpables, & que tout le monde sera en état de repéter aisément. On pourroit d'abord soupçonner par la pesanteur réciproque des astres, que le feu en grande masse est pesant, ainsi que toute autre matiere; car les astres qui sont lumineux comme le soleil, dont toute la substance paroît être de feu, n'en exercent pas moins leur force d'attraction à l'égard des astres qui ne le sont pas : mais nous démontrerons que le feu même en très petit volume est réellement pesant, qu'il obéit comme toute autre matiere à la loi générale de la pesanteur, & que par conséquent il doit avoir, de même, des rapports d'affinités avec les autres corps, en avoir plus ou moins avec telle ou telle substance, & n'en avoir que peu ou point du tout avec beaucoup d'autres. Toutes celles qu'il rendra plus pesantes comme le plomb, seront celles avec lesquelles il aura le plus d'affinité ; & en le supposant appliqué au même degré & pendant un temps égal, celles de ces matieres qui gagneront le plus en pesanteur, seront aussi celles

celles avec lesquelles cette affinité sera la plus grande. Un des effets de cette affinité dans chaque matiere, est de retenir la substance même du feu, & de se l'incorporer; & cette incorporation suppose que non-seulement le feu perd sa chaleur & son élasticité, mais même tout son mouvement, puisqu'il se fixe dans ces corps & en devient partie constituante. Il y a donc lieu de croire qu'il en est du feu comme de l'air qui se trouve sous une forme fixe & concrète dans presque tous les corps; & l'on peut espérer qu'à l'exemple du docteur Hales (*p*), qui a su dégager cet air fixé dans tous les corps & en évaluer la quantité, il viendra quelque jour un Physicien habile qui trouvera les moyens de distraire le feu de toutes les matieres où il se trouve sous une forme fixe; mais il faut auparavant faire la table de ces matieres, en établissant par l'expérience les différens rapports dans lesquels le feu se combine avec toutes les substances qui lui sont analogues, & se fixe en plus ou moins grande quantité, selon que ces substances ont plus ou moins de force pour le retenir.

Car il est évident que toutes les matie-

(*p*) Le phosphore, qui n'est, pour ainsi dire, qu'une matiere ignée, une substance qui conserve & condense le feu, seroit le premier objet des expériences qu'il faudroit faire pour traiter le feu comme M. Hales a traité l'air, & le premier instrument qu'il faudroit employer pour ce nouvel art.

res dont la pesanteur augmente par l'action du feu, sont douées d'une force attractive, telle que son effet est supérieur à celui de la force expansive, dont les particules du feu sont animées; puisque celle-ci s'amortit & s'éteint, que son mouvement cesse, & que d'élastiques & fugitives qu'étoient ces particules ignées, elles deviennent fixes, solides & prennent une forme concrète. Ainsi les matieres qui augmentent de poids par le feu, comme l'étain, le plomb, les fleurs de zinc, &c. & toutes les autres qu'on pourra découvrir, sont des substances qui, par leur affinité avec le feu, l'attirent & se l'incorporent. Toutes les matieres au contraire qui, comme le fer, le cuivre, &c. deviennent plus légeres à mesure qu'on les calcine, sont des substances dont la force attractive, relativement aux particules ignées, est moindre que la force expansive du feu; & c'est ce qui fait que le feu, au lieu de se fixer dans ces matieres, en enlève au contraire, & en chasse les parties les moins liées qui ne peuvent résister à son impulsion. Enfin celles qui, comme l'or, la platine, l'argent, le grès, &c. ne perdent ni n'acquièrent par l'application du feu, & qu'il ne fait, pour ainsi dire, que traverser sans en rien enlever & sans y rien laisser, sont des substances qui, n'ayant aucune affinité avec le feu, & ne pouvant se joindre avec lui, ne peuvent par conséquent ni le retenir ni l'accompagner en se laissant enlever. Il est évident que les matieres des deux premieres classes, ont avec le feu un cer-

tain degré d'affinité, puiſque celles de la ſeconde claſſe ſe chargent du feu qu'elles retiennent, & que le feu ſe charge de celles de la premiere claſſe & qu'il les emporte; au lieu que les matieres de la troiſième claſſe auxquelles il ne donne ni n'ôte rien, n'ont aucun rapport d'affinité ou d'attraction avec lui, & ſont, pour ainſi dire, indifférentes à ſon action, qui ne peut ni les dénaturer ni même les altérer.

Cette diviſion de toutes les matieres en trois claſſes relatives à l'action du feu, n'exclut pas la diviſion plus particuliere & moins abſolue de toutes les matieres en deux autres claſſes, qu'on a juſqu'ici regardées comme relatives à leur propre nature, qui, dit-on, eſt toujours vitreſcible ou calcaire. Notre nouvelle diviſion n'eſt qu'un point de vue plus élevé ſous lequel il faut les conſidérer pour tâcher d'en déduire la connoiſſance même de l'agent qu'on emploie par les différens rapports que le feu peut avoir avec toutes les ſubſtances auxquelles on l'applique; faute de combiner ces rapports, ainſi que les moyens qu'on emploie pour appliquer le feu, je vois qu'on tombe tous les jours dans des contradictions apparentes, & même dans des erreurs très préjudiciables *(q)*.

(*q*) Je vais en donner un exemple récent. Deux habiles Chimiſtes (MM. Pott & d'Arcet) ont ſoumis un grand nombre de ſubſtances à l'action du feu; le pre-

On pourroit donc dire avec les Naturalistes, que tout est vitrescible dans la Nature, à l'exception de ce qui est calcaire;

---

mier s'est servi d'un fourneau que je suis étonné que le second n'ait point entendu, puisque rien ne m'a paru si clair dans tout l'ouvrage de M. Pott, & qu'il ne faut qu'un coup-d'œil sur la planche gravée de ce fourneau pour reconnoître que par sa construction il peut, quoique sans soufflets, faire à-peu-près autant d'effet que s'il en étoit garni; car au moyen des longs tuyaux qui sont adaptés au fourneau par le haut & par le bas, l'air y arrive & circule avec une rapidité d'autant plus grande, que les tuyaux sont mieux proportionnés; ce sont des soufflets constans & dont on peut augmenter l'effet à volonté. Cette construction est si bonne & si simple, que je ne puis concevoir que M. d'Arcet dise *que ce fourneau est un problême pour lui.... qu'il est persuadé que M. Pott a dû se servir de soufflets, &c.* tandis qu'il est évident que son fourneau équivaut par sa construction à l'action des soufflets, & que par conséquent il n'avoit pas besoin d'y avoir recours; que d'ailleurs ce forneau est encore exempt du vice que M. d'Arcet reproche aux soufflets, dont il a raison de dire que *l'action alterne, sans cesse renaissante & expirante, jette du trouble & de l'inégalité sur celle du feu*; ce qui ne peut arriver ici, puisque par la construction du fourneau l'on voit évidemment que le renouvellement de l'air est constant, & que son action ne renaît ni n'expire, mais est continue & toujours uniforme: ainsi M. Pott a employé l'un des moyens dont on se doit servir pour appliquer le feu, c'est-à-dire, un moyen par lequel, comme par les soufflets, on augmente la vîtesse du feu en le pressant incessamment par un air toujours renouvellé; & toutes les fusions qu'il a faites par ce moyen, & dont j'ai répété quelques-unes, comme celle du grès, du quartz, &c, sont très réelles, quoique M. d'Arcet les nie: car pourquoi les nie-t-il? c'est que de son côté, au lieu d'employer comme M. Pott le premier de nos procé-

que les quartz, les criſtaux, les pierres précieuſes, les cailloux, les grès, les granites, porphyres, agates, ardoiſes, gyp-

---

dés généraux, c'eſt-à-dire, le feu par ſa vîteſſe accélérée autant qu'il eſt poſſible par le mouvement rapide de l'air, moyen par lequel il eût obtenu les mêmes réſultats, il s'eſt ſervi du ſecond procédé, & n'a employé que le feu en grand volume dans un fourneau, ſans ſoufflets ou ſans équivalent, dans lequel par conſéquent le feu ne devoit pas produire les mêmes effets, mais devoit en donner d'autres que par la même raiſon le premier procédé ne pouvoit pas produire; ainſi les contradictions entre les réſultats de ces deux habiles Chimiſtes, ne ſont qu'apparentes & fondées ſur deux erreurs évidentes. La premiere conſiſte à croire que le feu le plus violent eſt celui qui eſt en plus grand volume; & la ſeconde, que l'on doit obtenir du feu violent les mêmes réſultats, de quelque maniere qu'on l'applique: cependant ces deux idées ſont fauſſes; la conſidération des vérités contraires eſt encore une des premieres pierres qu'il faudroit poſer aux fondemens de la Chimie; car ne ſeroit-il pas très néceſſaire avant tout, & pour éviter de pareilles contradictions à l'avenir, que les Chimiſtes ne perdiſſent pas de vue qu'il y a trois moyens généraux & très différens l'un de l'autre, d'appliquer le feu violent? le premier, comme je l'ai dit, par lequel on n'emploie qu'un petit volume de feu, mais que l'on agite, aiguiſe, exalte au plus haut degré par la vîteſſe de l'air, ſoit par des ſoufflets, ſoit par un fourneau ſemblable à celui de M. Pott, qui tire l'air avec rapidité: on voit par l'effet de la lampe d'Emailleur, qu'avec une quantité de feu preſqu'infiniment petite, on fait de plus grands effets en petit, que le fourneau de verrerie ne peut en faire en grand. Le ſecond moyen eſt d'appliquer le feu, non pas en petit, mais en très grande quantité, comme on le fait dans les fourneaux de porcelaine & de verrerie, où le feu n'eſt fort que par ſon volume, où ſon action eſt tranquille, & n'eſt pas exaltée par un renouvellement très

ses, argiles, les pierres ponces, les laves, les amiantes avec tous les métaux & autres minéraux, sont vitrifiables par le feu de

rapide de l'air. Le troisième moyen est d'appliquer le feu en très petit volume, mais en augmentant sa masse & son intensité au point de le rendre plus fort que par le second moyen, & plus violent que par le premier; & ce moyen de concentrer le feu & d'en augmenter la masse par les miroirs ardens, est encore le plus puissant de tous.

Or chacun de ces trois moyens doit fournir un certain nombre de résultats différens; si par le premier moyen on fond & vitrifie telles & telles matieres, il est très possible que par le second moyen on ne puisse vitrifier ces mêmes matieres, & qu'au contraire on en puisse fondre d'autres qui n'ont pu l'être par le premier moyen; & enfin il est tout aussi possible que par le troisième moyen on obtienne encore plusieurs résultats semblables ou différens de ceux qu'ont fournis les deux premiers moyens. Dès-lors un chimiste qui, comme M. Pott n'emploie que le premier moyen, doit se borner à donner les résultats fournis par ce moyen, faire, comme il l'a fait, l'énumération des matieres qu'il a fondues, mais ne pas prononcer sur la non-fusibilité des autres, parce qu'elles peuvent l'être par le second ou le troisième moyen; enfin, ne pas dire affirmativement & exclusivement, en parlant de son fourneau, *qu'en une heure de temps ou deux heures tout au plus, il met en fonte tout ce qui est fusible dans la Nature.* Et par la même raison un autre Chimiste qui, comme M. d'Arcet, ne s'est servi que du second moyen, tombe dans l'erreur s'il se croit en contradiction avec celui qui ne s'est servi que du premier moyen, & cela parce qu'il n'a pu fondre plusieurs matieres que l'autre a fait couler, & qu'au contraire il a mis en fusion d'autres matieres que le premier n'avoit pu fondre; car si l'un ou l'autre se fût avisé d'employer successivement les deux moyens, il auroit bien senti qu'il n'étoit point en contradiction avec lui-même, & que la différence

nos fourneaux ou par celui des miroirs ardens ; tandis que les marbres, les albâtres, les pierres, les craies, les marnes,

---

des résultats ne provenoit que de la différence des moyens employés. Que résulte-t-il donc de réel de tout ceci, sinon qu'il faut ajouter à la liste des matieres fondues par M. Pott, celles de M. d'Arcet, & se souvenir seulement que pour fondre les premieres, il faut le premier moyen, & le second pour fondre les autres ? Il n'y a par conséquent aucune contradiction entre les expériences de M. Pott & celles de M. d'Arcet, que je crois également bonnes ; mais tous deux, après cette conciliation, auroient encore tort de conclure qu'ils ont fondu par ces deux moyens tout ce qui est fusible dans la Nature, puisque l'on peut démontrer que par le troisième moyen, c'est-à-dire, par les miroirs ardens, on fond & vitrifie, on volatilise & même on brûle quelques matieres qui leur ont également paru fixes & réfractaires au feu de leurs fourneaux. Je ne m'arrêterai pas sur plusieurs choses de détail, qui cependant mériteroient animadversion, parce qu'il est toujours utile de ne pas laisser germer des idées erronées ou des faits mal vus & dont on peut tirer de fausses conséquences. M. d'Arcet dit qu'il a remaqué constamment que la flamme fait plus d'effet que le feu de charbon : oui sans doute, si ce feu n'est pas excité par le vent ; mais toutes les fois que le charbon ardent sera vivifié par un air rapide, il y aura de la flamme qui sera plus active, & produira de bien plus grands effets que la flamme tranquille. De même, lorsqu'il dit que les fourneaux donnent de la chaleur en raison de leur épaisseur, cela ne peut être vrai que dans le seul cas où les fourneaux étant supposés égaux, le feu qu'ils contiennent, seroit en même temps animé par deux courans d'air égaux en volume & en rapidité ; la violence du feu dépend presque en entier de cette rapidité du courant de l'air qui l'anime, je puis le démontrer par ma propre expérience : j'ai vu le grès que M. d'Arcet croit infusible, couler & se couvrir

& les autres substances qui proviennent du détriment des coquilles & des madrépores, ne peuvent se réduire en fusion par ces moyens. Cependant je suis persuadé que si l'on vient à bout d'augmenter encore la force des fourneaux, & surtout la puissance des miroirs ardens, on arrivera au point de faire fondre ces matieres calcaires qui paroissent être d'une nature différente de celle des autres; puisqu'il y a mille & mille raisons de croire qu'au fond, leur substance est la même, & que le verre est la base commune de toutes les matieres terrestres.

Par les expériences que j'ai pu faire moi-même pour comparer la force du feu selon qu'on emploie ou sa vîtesse, ou son volume, ou sa masse, j'ai trouvé que le feu des plus grands & des plus puissans fourneaux de verrerie, n'est qu'un feu foible en comparaison de celui des fourneaux à soufflets, & que le feu produit au foyer d'un bon miroir ardent, est encore plus fort que celui des plus grands fourneaux de forge. J'ai tenu pendant trente-six heures dans l'endroit le plus chaud du fourneau de Rouelle en Bourgogne, où l'on fait des glaces aussi grandes & aussi belles qu'à Saint-Gobin en Picardie, & où le feu est aussi violent; j'ai tenu, dis-

d'émail par le moyen de deux bons soufflets, mais sans le secours d'aucun forneau & à feu ouvert. L'effet des fourneaux épais n'est pas d'augmenter la chaleur, mais de la conserver, & ils la conservent d'autant plus long-temps qu'ils sont plus épais.

je

je, pendant trente-six heures à ce feu, de la mine de fer sans qu'elle se soit fondue, ni agglutinée, ni même altérée en aucune maniere; tandis qu'en moins de douze heures cette mine coule en fonte dans les fourneaux de ma forge : ainsi ce dernier feu est bien supérieur à l'autre. De même j'ai fondu ou volatilisé au miroir ardent plusieurs matieres que ni le feu des fourneaux de réverbere, ni celui des plus puissans soufflets, n'avoit pu fondre, & je me suis convaincu que ce dernier moyen est le plus puissant de tous : mais je renvoie à la partie expérimentale de mon ouvrage, le détail de ces expériences importantes, dont je me contente d'indiquer ici le résultat général.

On croit vulgairement que la flamme est la partie la plus chaude du feu; cependant rien n'est plus mal fondé que cette opinion, car on peut démontrer le contraire par les expériences les plus aisées & les plus familieres. Présentez à un feu de paille ou même à la flamme d'un fagot qu'on vient d'allumer, un linge pour le sécher ou le chauffer, il vous faudra le double & le triple du temps pour lui donner le degré de sécheresse ou de chaleur que vous lui donnerez en l'exposant à un brasier sans flamme ou même à un poële bien chaud. La flamme a été très bien caractérisée par Newton lorsqu'il l'a définie une fumée brûlante (*flamma est fumus candens*); & cette fumée ou vapeur qui brûle, n'a jamais la même quantité, la même intensité de chaleur que le corps combustible duquel

elle s'échappe ; ſeulement en s'élevant & s'étendant au loin elle a la propriété de communiquer le feu & de le porter plus loin que ne s'étend la chaleur du braſier, qui ſeule ne ſuffiroit pas pour le communiquer même de près.

Cette communication du feu mérite une attention particuliere. J'ai vu, après y avoir réfléchi, que pour la bien entendre, il falloit s'aider non-ſeulement des faits qui paroiſſent y avoir rapport, mais encore de quelques expériences nouvelles dont le ſuccès ne me paroît laiſſer aucun doute ſur la maniere dont ſe fait cette opération de la Nature. Qu'on reçoive dans un moule deux ou trois milliers de fer au ſortir du fourneau, ce métal perd en peu de temps ſon incandeſcence, & ceſſe d'être rouge après une heure ou deux, ſuivant l'épaiſſeur plus ou moins grande du lingot. Si dans ce moment qu'il ceſſe de nous paroître rouge, on le tire du moule, les parties inférieures ſeront encore rouges, mais perdront cette couleur en peu de temps. Or, tant que le rouge ſubſiſte on pourra enflammer, allumer les matieres combuſtibles qu'on appliquera ſur ce lingot ; mais dès qu'il a perdu cet état d'incandeſcence, il y a des matieres en grand nombre qu'il ne peut plus enflammer ; & cependant la chaleur qu'il répand eſt peut-être cent fois plus grande que celle d'un feu de paille qui néanmoins communiqueroit l'inflammation à toutes ces matieres. Cela m'a fait penſer que la flamme étant néceſſaire

à la communication du feu, il y avoit de la flamme dans toute incandeſcence : la couleur rouge ſemble en effet nous l'indiquer; mais par l'habitude où l'on eſt de ne regarder comme flamme que cette matiere légere qu'agite & qu'emporte l'air, on n'a pas penſé qu'il pouvoit y avoir de la flamme aſſez denſe pour ne pas obéir comme la flamme commune à l'impulſion de l'air; & c'eſt ce que j'ai voulu vérifier par quelques expériences, en approchant par degrés de ligne & de demi-ligne, des matieres combuſtibles près de la ſurface du métal en incandeſcence & dans l'état qui ſuit l'incandeſcence (*r*).

Je ſuis donc convaincu que les matieres incombuſtibles & même les plus fixes, telles que l'or & l'argent, ſont, dans l'état d'incandeſcence, environnées d'une flamme denſe qui ne s'étend qu'à une très petite diſtance, & qui, pour ainſi dire, eſt attachée à leur ſurface; & je conçois aiſément que quand la flamme devient denſe à un certain degré, elle ceſſe d'obéir à la fluctuation de l'air. Cette couleur blanche ou rouge qui ſort de tous les corps en incandeſcence & vient frapper nos yeux, eſt l'évaporation de cette flamme denſe qui environne le corps en ſe renouvelant inceſſamment à ſa ſurface; & la lumiere du ſoleil même n'eſt-elle pas l'évaporation de cette flamme denſe dont brille

(*r*) *Voyez* le détail de ces expériences dans la partie expérimentale de cet Ouvrage.

ſa ſurface avec ſi grand éclat ? cette lumiere ne produit-elle pas, lorſqu'on la condenſe, les mêmes effets que la flamme la plus vive ? ne communique-t-elle pas le feu avec autant de promptitude & d'énergie ? ne réſiſte-t-elle pas comme notre flamme denſe à l'impulſion de l'air ? ne ſuit-elle pas toujours une route directe que le mouvement de l'air ne peut ni contrarier ni changer ? puiſqu'en ſoufflant, comme je l'ai éprouvé, avec un fort ſoufflet ſur le cône lumineux d'un miroir ardent, on ne diminue point du tout l'action de la lumiere dont il eſt compoſé, & qu'on doit la regarder comme une vraie flamme plus pure & plus denſe que toutes les flammes de nos matieres combuſtibles.

C'eſt donc par la lumiere que le feu ſe communique, & la chaleur ſeule ne peut produire le même effet que quand elle devient aſſez forte pour être lumineuſe. Les métaux, les cailloux, les grès, les briques, les pierres calcaires, quel que puiſſe être leur degré différent de chaleur, ne pourront enflammer deux corps que quand ils ſeront devenus lumineux. L'eau elle-même, cet élement deſtructeur du feu, & par lequel ſeul nous pouvons en empêcher la communication, le communique néanmoins lorſque dans un vaiſſeau bien fermé, tel que celui de la marmite de *Papin* (*s*), on la pénètre

---

(*s*) Dans le *Digeſteur* de Papin, la chalenr de l'eau eſt portée au point de fondre le plomb & l'étain qu'on y a ſuſpendu avec du fil de fer ou de laiton. *Muſſchen*.

d'une aſſez grande quantité de feu pour la rendre lumineuſe, & capable de fondre le plomb & l'étain; tandis que quand elle n'eſt que bouillante, loin de propager & de communiquer le feu, elle l'éteint ſur le champ. Il eſt vrai que la chaleur ſeule ſuffit pour préparer & diſpoſer les corps combuſtibles à l'inflammation, & les autres à l'incandeſcence; la chaleur chaſſe des corps toutes les parties humides, c'eſt-à-dire, de l'eau qui de toutes les matieres eſt celle qui s'oppoſe le plus à l'action du feu; & ce qui eſt remarquable, c'eſt que cette même chaleur qui dilate tous les corps, ne laiſſe pas de les durcir en les ſéchant. Je l'ai reconnu cent fois en examinant les pierres de mes grands fourneaux, ſurtout les pierres calcaires: elles prennent une augmentation de dureté proportionnée au temps qu'elles ont éprouvé la chaleur; celles, par exemple, des parois extérieures du fourneau, & qui ont reçu ſans interruption pendant cinq ou ſix mois de ſuite, quatre-vingt ou quatre-vingt-cinq degrés de chaleur conſtante, deviennent ſi dures, qu'on a de la peine à les entamer avec les inſtrumens ordinaires du tailleur de pierres; on diroit qu'elles ont changé de qualité, quoique néanmoins elles la conſervent à tous autres égards, car ces mêmes pierres ne font pas moins de la chaux

---

broek, Eſſais de phyſique, page 434, cité par M. de Mairan, *Diſſertation ſur la glace, page 192.*

comme les autres, lorſqu'on leur applique le degré de feu néceſſaire à cette opération.

Ces pierres devenues dures par la longue chaleur qu'elles ont éprouvée, deviennent en même temps ſpécifiquement plus peſantes (*t*); de-là j'ai cru devoir tirer une induction qui prouve & même confirme pleinement que la chaleur, quoique en apparence toujours fugitive & jamais ſtable dans les corps qu'elle pénètre & dont elle ſemble conſtamment s'efforcer de ſortir, y dépoſe néanmoins d'une maniere très ſtable beaucoup de parties qui s'y fixent & remplacent, en quantité même plus grande, les parties aqueuſes & autres qu'elle en a chaſſées. Mais ce qui paroît contraire ou du moins très difficile à concilier ici, c'eſt que cette même pierre calcaire qui devient ſpécifiquement plus peſante par l'action d'une chaleur modérée long-temps continuée, devient tout-à-coup plus légere de près d'une moitié de ſon poids dès qu'on la ſoumet au grand feu néceſſaire à ſa calcination, & qu'elle perd en même temps, non-ſeulement toute la dureté qu'elle avoit acquiſe par l'action de la ſimple chaleur, mais même ſa dureté naturelle, c'eſt-à-dire, la cohérence de ſes parties conſtituantes; effet ſingulier dont je renvoye l'explication à l'article ſuivant où je traiterai de l'air, de l'eau & de la terre; parce qu'il me paroît tenir

(*t*) *Voyez* ſur cela les expériences dont je rends compte dans la partie expérimentale de cet Ouvrage.

encore plus à la nature de ces trois élémens qu'à celle de l'élément du feu.

Mais c'eſt ici le lieu de parler de la calcination priſe généralement : elle eſt pour les corps fixes & incombuſtibles ce qu'eſt la combuſtion pour les matieres volatiles & inflammables ; la calcination a beſoin, comme la combuſtion, du ſecours de l'air ; elle s'opère d'autant plus vîte qu'on lui fournit une plus grande quantité d'air ; ſans cela le feu le plus violent ne peut rien calciner, rien enflammer que les matieres qui contiennent en elles-mêmes & qui fourniſſent à meſure qu'elles brûlent ou ſe calcinent, tout l'air néceſſaire à la combuſtion ou à la calcination des ſubſtances avec leſquelles on les mêle. Cette néceſſité du concours de l'air dans la calcination comme dans la combuſtion, indique qu'il y a plus de choſes communes entr'elles qu'on ne l'a ſoupçonné. L'application du feu eſt le principe de toutes deux, celle de l'air en eſt la cauſe ſeconde & preſque auſſi néceſſaire que la premiere ; mais ces deux cauſes ſe combinent inégalement, ſelon qu'elles agiſſent en plus ou moins de temps, avec plus ou moins de force ſur des ſubſtances différentes ; il faut, pour en raiſonner juſte, ſe rappeller les effets de la calcination & les comparer entr'eux & avec ceux de la combuſtion.

La combuſtion s'opère promptement & quelquefois ſe fait en un inſtant, la calcination eſt toujours plus lente & quelquefois ſi longue qu'on la croit impoſſible : à meſure que les matieres ſont plus inflamma-

bles & qu'on leur fournit plus d'air, la combustion s'en fait avec plus de rapidité; & par la raison inverse, à mesure que les matieres sont plus incombustibles, la calcination s'en fait avec plus de lenteur. Et lorsque les parties constituantes d'une substance telle que l'or, sont non-seulement incombustibles, mais paroissent si fixes qu'on ne peut les volatiliser, la calcination ne produit aucun effet, quelque violente qu'elle puisse être. On doit donc considérer la calcination & la combustion comme des effets du même ordre, dont les deux extrêmes nous sont désignés par le phosphore qui est le plus inflammable de tous les corps, & par l'or qui de tous est le plus fixe & le moins combustible; toutes les substances comprises entre ces deux extrêmes, seront plus ou moins sujettes aux effets de la combustion ou de la calcination, selon qu'elles s'approcheront plus ou moins de ces deux extrêmes: de sorte que dans les points milieux, il se trouvera des substances qui éprouveront au feu, combustion & calcination en degré presque égal; d'où nous pouvons conclure, sans craindre de nous tromper, que toute calcination est toujours accompagnée d'un peu de combustion, & que de même toute combustion est accompagnée d'un peu de calcination. Les cendres & les autres résidus des matieres les plus combustibles, ne démontrent-ils pas que le feu a calciné toutes les parties qu'il n'a pas brulées, & que par conséquent un peu de calcination se trouve ici avec beaucoup de

combuſtion ? La petite flamme qui s'élève de la plupart des matieres qu'on calcine, ne démontre-t-elle pas de même qu'il s'y fait un peu de combuſtion ? Ainſi nous ne devons pas ſéparer ces deux effets ſi nous voulons bien ſaiſir les réſultats de l'action du feu ſur les différentes ſubſtances auxquelles on l'applique.

Mais, dira-t-on, la combuſtion détruit les corps, ou du moins en diminue toujours le volume ou la maſſe, en raiſon de la quantité de matiere qu'elle enlève ou conſume ; la calcination fait ſouvent le contraire, & augmente la peſanteur d'un grand nombre de matieres ; doit-on dès-lors conſidérer ces deux effets, dont les réſultats ſont ſi contraires, comme des effets du même ordre ? L'objection paroît fondée & mérite réponſe, d'autant que c'eſt ici le point le plus difficile de la queſtion. Je crois néanmoins pouvoir y ſatisfaire pleinement. Conſidérons pour cela une matiere dans laquelle nous ſuppoſerons moitié de parties fixes & moitié de parties volatiles ou combuſtibles ; il arrivera, par l'application du feu, que toutes ces parties volatiles ou combuſtibles ſeront enlevées ou brûlées, & par conſéquent ſéparées de la maſſe totale ; dès-lors cette maſſe ou quantité de matiere ſe trouvera diminuée de moitié, comme nous le voyons dans les pierres calcaires qui perdent au feu près de la moitié de leur poids. Mais ſi l'on continue à appliquer le feu pendant un très long temps à cette moitié toute compoſée de parties fixes, n'eſt-il pas facile de conce-

voir que toute combuſtion, toute volatiliſation, étant ceſſées, cette matiere, au lieu de continuer à perdre de ſa maſſe, doit au contraire en acquérir aux dépens de l'air & du feu dont on ne ceſſe de la pénétrer; & celles qui, comme le plomb, ne perdent rien, mais gagnent par l'application du feu, ſont des matieres déjà calcinées, préparées par la Nature au degré où la combuſtion a ceſſé, & ſuſceptibles par conſéquent d'augmenter de peſanteur dès les premiers inſtans de l'application du feu? Nous avons vu que la lumiere s'amortit & s'éteint à la ſurface de tous les corps qui ne la réfléchiſſent pas; nous avons vu que la chaleur, par ſa longue réſidence, ſe fixe en partie dans les matieres qu'elle pénètre; nous ſavons que l'air, preſque auſſi néceſſaire à la calcination qu'à la combuſtion, & toujours d'autant plus néceſſaire à la calcination que les matieres ont plus de fixité, ſe fixe lui-même dans l'intérieur des corps & en devient partie conſtituante: dès-lors n'eſt-il pas très naturel de penſer que cette augmentation de peſanteur ne vient que de l'addition des particules de lumiere, de chaleur & d'air, qui ſe ſont enfin fixées & unies à une matiere contre laquelle elles ont fait tant d'efforts ſans pouvoir ni l'enlever ni la brûler? Cela eſt ſi vrai, que quand on leur préſente enſuite une ſubſtance combuſtible avec laquelle elles ont bien plus d'analogie ou plutôt de conformité de nature, elles s'en ſaiſiſſent avidement, quittent la matiere fixe à laquelle elles n'étoient, pour ainſi dire, attachées

que par force, reprennent par conſéquent leur mouvement naturel, leur élaſticité, leur volatilité, & partent toutes avec la matiere combuſtible à laquelle elles viennent de ſe joindre. Dès-lors le métal ou la matiere calcinée, à laquelle vous avez rendu ces parties volatiles qu'elle avoit perdues par ſa combuſtion, reprend ſa premiere forme, & ſa peſanteur ſe trouve diminuée de toute la quantité des particules de feu & d'air qui s'étoient fixées, & qui viennent d'être enlevées par cette nouvelle combuſtion. Tout cela s'opère par la ſeule loi des affinités; & après ce qui vient d'être dit, il me ſemble qu'il n'y a pas plus de difficulté à concevoir comment la chaux d'un métal ſe réduit, que d'entendre comment il ſe précipite en diſſolution; la cauſe eſt la même & les effets ſont pareils. Un métal diſſous par un acide, ſe précipite lorſqu'on préſente à cet acide une autre ſubſtance avec laquelle il a plus d'affinité qu'avec le métal, l'acide le quitte alors & le laiſſe tomber; de même ce métal calciné, c'eſt-à-dire, chargé de parties d'air, de chaleur & de feu, qui s'étant fixées, le tiennent ſous la forme d'une chaux, ſe précipitera, ou ſi l'on veut, ſe réduira lorſqu'on préſentera à ce feu & à cet air fixés, des matieres combuſtibles avec leſquelles ils ont bien plus d'affinité qu'avec le métal, qui reprendra ſa premiere forme dès qu'il ſera débarraſſé de cet air & de ce feu ſuperflus, & qu'il aura repris, aux dépens des matieres combuſtibles qu'on lui préſente, les parties volatiles qu'il avoit perdues.

Cette explication me paroît si simple & si claire, que je ne vois pas ce qu'on peut y opposer. L'obscurité de la chymie vient en grande partie de ce qu'on en a peu généralisé les principes, & qu'on ne les a pas réunis à ceux de la haute physique. Les Chimistes ont adopté les affinités sans les comprendre, c'est-à-dire, sans entendre le rapport de la cause à l'effet, qui néanmoins n'est autre que celui de l'attraction universelle ; ils ont créé leur phlogistique sans savoir ce que c'est, & cependant c'est de l'air & du feu fixes ; ils ont formé, à mesure qu'ils en ont eu besoin, des êtres idéaux, des *minéralisateurs*, des *terres mercurielles*, des noms, des termes d'autant plus vagues, que l'acception en est plus générale. J'ose dire que M. Macquer (*u*) & M. de Morveaux (*x*), sont les premiers de nos Chimistes qui ayent commencé à parler françois (*y*). Cette science va donc naître puisqu'on commence à la parler; & on la parlera d'autant mieux, on l'entendra d'autant plus aisément qu'on en bannira le plus de mots techniques; qu'on renoncera

---

(*u*) Dictionnaire de Chimie, *Paris*, *1766*.

(*x*) Digressions académiques, *Dijon*, *1772*.

(*y*) Dans le moment même qu'on imprime ces feuilles, paroît l'ouvrage de M. Baumé, qui a pour titre : *Chimie expérimentale & raisonnée.* L'Auteur non-seulement y parle une langue intelligible, mais il s'y montre par-tout aussi bon Physicien que grand Chimiste, & j'ai eu la satisfaction de voir que quelques-unes de ses idées générales s'accordent avec les miennes.

de meilleure foi à tous ces petits principes ſecondaires tirés de la méthode; qu'on s'occupera davantage de les déduire des principes généraux de la mécanique rationelle; qu'on cherchera avec plus de ſoin à les ramener aux loix de la Nature; & qu'on ſacrifiera plus volontiers la commodité d'expliquer, d'une maniere précaire & ſelon l'art, les phénomènes de la compoſition ou de la décompoſition des ſubſtances, à la difficulté de les préſenter pour tels qu'ils ſont, c'eſt-à-dire, pour des effets particuliers dépendans d'effets plus généraux, qui ſont les ſeules vraies cauſes, les ſeuls principes réels auxquels on doive s'attacher ſi l'on veut avancer la ſcience de la philoſophie naturelle.

Je crois avoir démontré (*z*) que toutes les petites loix des affinités chimiques, qui paroiſſent ſi variables, ſi différentes entr'elles, ne ſont cependant pas autres que la loi générale de l'attraction commune à toute la matiere; que cette grande loi toujours conſtante, toujours la même, ne paroît varier que par ſon expreſſion, qui ne peut pas être la même lorſque la figure des corps entre comme un élément dans leur diſtance. Avec cette nouvelle clef on pourra ſcruter les ſecrets les plus profonds de la Nature; on pourra parvenir à connoître la figure des parties primitives des différentes ſubſtances; aſſigner les loix & les degrés de leurs affi-

---

(*z*) *Voyez* dans cet ouvrage, l'article qui a pour titre; *de la Nature, ſeconde vue.*

nités; déterminer les formes qu'elles prendront en se réunissant, &c. Je crois de même avoir fait entendre comment l'impulsion dépend de l'attraction, & que quoiqu'on puisse la considerer comme une force différente, elle n'est néanmoins qu'un effet particulier de cette force unique & générale. J'ai présenté la communication du mouvement comme impossible, autrement que par le ressort; d'où j'ai conclu que tous les corps de la Nature sont plus ou moins élastiques, & qu'il n'y en a aucun qui soit parfaitement dur, c'est-à-dire, entiérement privé de ressort, puisque tous sont susceptibles de recevoir du mouvement. J'ai tâché de faire connoître comment cette force unique pouvoit changer de direction, & d'attractive devenir tout-à-fait répulsive. Et de ces grands principes qui tous sont fondés sur la mécanique rationelle, j'ai essayé de déduire les principales opérations de la Nature, telle que la production de la lumiere, de la chaleur, du feu & de leur action sur les différentes substances : ce dernier objet qui nous intéresse le plus est un champ vaste, dont le défrichement suppose plus d'un siècle, & dont je n'ai pu cultiver qu'un espace médiocre, en remettant à des mains plus habiles ou plus laborieuses, les instrumens dont je me suis servi. Ces instrumens sont les trois moyens d'employer le feu par sa vîtesse, par son volume & par sa masse, en l'appliquant concurremment aux trois classes des substances, qui toutes, ou perdent, ou gagnent, ou ne perdent ni ne ga-

gnent par l'application du feu. Les expériences que j'ai faites sur le refroidissement des corps, sur la pesanteur réelle du feu, sur la nature de la flamme, sur le progrès de la chaleur, sur sa communication, sa déperdition, sa concentration, sur sa violente action sans flamme, &c. sont encore autant d'instrumens qui épargneront beaucoup de travail à ceux qui voudront s'en servir, & produiront une très ample moisson de connoissances utiles.





DES ÉLÉMENS.

SECONDE PARTIE.

De l'Air, de l'Eau & de la Terre.

Nous avons vu que l'air eſt l'adminicule néceſſaire & le premier aliment du feu, qui ne peut ni ſubſiſter, ni ſe propager, ni s'augmenter qu'autant qu'il ſe l'aſſimile, le conſomme ou l'emporte; tandis que de toutes les ſubſtances matérielles, l'air eſt au contraire celle qui paroît exiſter le plus indépendamment & ſubſiſter le plus aiſément, le plus conſtamment, ſans le ſecours ou la préſence du feu; car quoiqu'il ait habituellement la même chaleur à-peu-près que les autres matieres à la ſurface de la terre, il pourroit s'en paſſer, & il lui en faut infiniment moins qu'à toute autre pour entretenir ſa fluidité, puiſque les froids les plus exceſſifs, ſoit naturels, ſoit artificiels, ne lui font rien perdre de ſa nature; que les condenſations les plus fortes ne ſont pas capables de rompre ſon reſſort; que le feu actif ou plutôt actuellement en exercice ſur les

les matieres combuſtibles, eſt le ſeul agent qui puiſſe altérer ſa nature en le raréfiant, c'eſt-à-dire, en affoibliſſant, en étendant ſon reſſort juſqu'au point de le rendre ſans effet & de détruire ainſi ſon élaſticité. Dans cet état de trop grande expanſion & d'affoibliſſement extrême de ſon reſſort, & dans toutes les nuances qui précèdent cet état, l'air eſt capable de reprendre ſon élaſticité, à meſure que les vapeurs des matieres combuſtibles qui l'avoient affoiblie, s'évaporeront & s'en ſépareront. Mais ſi le reſſort a été totalement affoibli & ſi prodigieuſement étendu qu'il ne puiſſe plus ſe reſſerrer ni ſe reſtituer, ayant perdu toute ſa puiſſance élaſtique, l'air, de volatil qu'il étoit auparavant, devient une ſubſtance fixe qui s'incorpore avec les autres ſubſtances, & fait dès-lors partie conſtituante de toutes celles auxquelles il s'unit par le contact, ou dans leſquelles il pénètre à l'aide de la chaleur. Sous cette nouvelle forme il ne peut plus abandonner le feu que pour s'unir comme matiere fixe à d'autres matieres fixes; & s'il en reſte quelques parties inſéparables du feu, elles ſont dès-lors portion de cet élément, elles lui ſervent de baſe & ſe dépoſent avec lui dans les ſubſtances qu'ils échauffent & pénètrent enſemble. Cet effet, qui ſe manifeſte dans toutes les calcinations, eſt d'autant plus ſûr & d'autant plus ſenſible que la chaleur eſt appliquée plus long-temps; la combuſtion ne demande que peu de temps pour ſe faire même complètement, au lieu que toute calcination ſuppoſe beaucoup de temps; il faut, pour l'accélérer, amener à

la ſurface, c'eſt-à-dire, préſenter ſucceſſivement à l'air les matieres que l'on veut calciner, il faut les fondre ou les diviſer en parties impalpables pour qu'elles offrent à cet air plus de ſuperficie; il faut même ſe ſervir de ſoufflets, moins pour augmenter l'ardeur du feu, que pour établir un courant d'air ſur la ſurface des matieres ſi l'on veut preſſer leur calcination; & pour la complèter avec tous ces moyens, il faut ſouvent beaucoup de temps (*a*); d'où l'on doit conclure qu'il faut auſſi une aſſez longue réſidence de l'air devenu fixe dans les ſubſtances terreſtres, pour qu'il s'établiſſe à demeure ſous cette nouvelle forme.

Mais il n'eſt pas néceſſaire que le feu ſoit violent pour faire perdre à l'air ſon élaſticité; le plus petit feu & même une chaleur très médiocre, dès qu'elle eſt immédiatement & conſtamment appliquée ſur une petite quantité d'air, ſuffiſent pour en détruire le reſſort; & pour que cet air ſans reſſort ſe fixe enſuite dans les corps, il ne faut qu'un

(*a*) Je ne ſais ſi l'on ne calcineroit pas l'or, non pas en le tenant, comme Boyle ou Kunkel, pendant un très long-temps, dans un fourneau de verrerie, où la vîteſſe de l'air n'eſt pas grande, mais en le mettant près de la tuyere d'un bon fourneau à vent, & le tenant en fuſion dans un vaiſſeau ouvert, où l'on plongeroit une petite ſpatule qu'on ajuſteroit de maniere qu'elle tourneroit inceſſamment & remueroit continuellement l'or en fuſion; car il n'y a pas de comparaiſon entre la force de ces feux, parce que l'air eſt ici bien plus accéléré que dans les fourneaux de verrerie.

peu plus ou un peu moins de temps, selon le plus ou moins d'affinité qu'il peut avoir sous cette nouvelle forme avec les matieres auxquelles il s'unit. La chaleur du corps des animaux & même des végétaux est encore assez puissante pour produire cet effet : les degrés de chaleur sont différens dans les différens genres d'animaux ; & à commencer par les oiseaux qui sont les plus chauds de tous, on passe successivement aux quadrupèdes, à l'homme, aux cétacées qui le sont moins ; aux reptiles, aux poissons, aux insectes qui le sont beaucoup moins ; & enfin aux végétaux dont la chaleur est si petite qu'elle a paru nulle aux observateurs *(b)*, quoiqu'elle soit très réelle & qu'elle surpasse en hiver celle de l'atmosphere. J'ai observé sur un grand nombre de gros arbres coupés dans un temps froid, que leur intérieur étoit très sensiblement chaud, & que cette chaleur duroit pendant plusieurs minutes après leur abattage : ce n'est pas le mouvement

(*b*) » Dans toutes les expériences que j'ai tentées, » dit le Docteur Martine, je n'ai pu découvrir qu'aucun des végétaux acquît, en vertu du principe de » vie, un degré de chaleur supérieur à celui du milieu » environnant, & qui pût être distingué ; au contraire, » tous les animaux, quelque peu que leur vie soit animée, ont un degré de chaleur plus considérable que » celui de l'air ou de l'eau où ils vivent «. *Essais sur les thermomètres, article XXXVII, édition in-12. Paris 1751.* --- » On ne découvre au toucher aucun degré de » chaleur dans les plantes, soit dans leurs larmes, soit » dans le cœur de leur tige «. *Bacon, nov. Organ.* 11, 12.

violent de la coignée ou le frottement bruſque & réitéré de la ſcie qui produiſent ſeuls cette chaleur ; car en fendant enſuite ce bois avec des coins, j'ai vu qu'il étoit chaud à deux ou trois pieds de diſtance de l'endroit où l'on avoit placé les coins, & que par conſéquent il avoit un degré de chaleur aſſez ſenſible dans tout ſon intérieur. Cette chaleur n'eſt que très médiocre tant que l'arbre eſt jeune & qu'il ſe porte bien ; mais dès qu'il commence à vieillir, le cœur s'échauffe par la fermentation de la ſève qui n'y circule plus avec la même liberté ; cette partie du centre prend, en s'échauffant, une teinte rouge qui eſt le premier indice du dépériſſement de l'arbre & de la déſorganiſation du bois ; j'en ai manié des morceaux dans cet état qui étoient auſſi chauds que ſi on les eût fait chauffer au feu. Si les obſervateurs n'ont pas trouvé qu'il y eût aucune différence entre la température de l'air & la chaleur des végétaux, c'eſt qu'ils ont fait leurs obſervations en mauvaiſe ſaiſon, & qu'ils n'ont pas fait attention qu'en été la chaleur de l'air eſt auſſi grande & plus grande que celle de l'intérieur d'un arbre, tandis qu'en hiver c'eſt tout le contraire : ils ne ſe ſont pas ſouvenus que les racines ont conſtamment au moins le degré de chaleur de la terre qui les environne, & que cette chaleur de l'intérieur de la terre eſt pendant tout l'hiver conſidérablement plus grande que celle de l'air & de la ſurface de la terre refroidie par l'air : ils ne ſe ſont pas rappellé que les rayons du ſoleil tombant trop vive-

ment ſur les feuilles & ſur les autres parties délicates des végétaux, non-ſeulement les échauffent, mais les brûlent; qu'ils échauffent de même à un très grand degré l'écorce & le bois dont ils pénètrent la ſurface dans laquelle ils s'amortiſſent & ſe fixent : ils n'ont pas penſé que le mouvement ſeul de la ſève, déjà chaude, eſt une cauſe néceſſaire de chaleur, & que ce mouvement venant à augmenter par l'action du ſoleil ou d'une autre chaleur extérieure, celle des végétaux doit être d'autant plus grande que le mouvement de leur ſève eſt plus accéléré, &c. Je n'inſiſte ſi long-temps ſur ce point qu'à cauſe de ſon importance : l'uniformité du plan de la nature ſeroit violée ſi ayant accordé à tous les animaux un degré de chaleur ſupérieur à celui des matieres brutes, elle l'avoit refuſé aux végétaux, qui, comme les animaux, ont leur eſpèce de vie.

Mais ici l'air contribue encore à la chaleur animale & vitale, comme nous avons vu plus haut qu'il contribuoit à l'action du feu dans la combuſtion & la calcination des matieres combuſtibles & calcinables. Les animaux qui ont des poumons, & qui par conſéquent reſpirent l'air, ont toujours plus de chaleur que ceux qui en ſont privés; & plus la ſurface intérieure des poumons eſt étendue & ramifiée en un plus grand nombre de cellules ou de bronches, plus en un mot elle préſente de ſuperficie à l'air que l'animal tire par l'inſpiration, plus auſſi ſon ſang devient chaud, & plus il communique

de chaleur à toutes les parties du corps qu'il abreuve ou nourrit; & cette proportion a lieu dans tous les animaux connus. Les oiſeaux ont, relativement au volume de leur corps, les poumons conſidérablement plus étendus que l'homme ou les quadrupèdes; les reptiles, même ceux qui ont de la voix, comme les grenouilles, n'ont au lieu de poumons qu'une ſimple veſſie; les inſectes, qui n'ont que peu ou point de ſang, ne pompent l'air que par quelques trachées, &c. Auſſi en prenant le degré de la température de la terre pour terme de comparaiſon, j'ai vu que cette chaleur étant ſuppoſée de 10 degrés, celle des oiſeaux étoit de près de 33 degrés, celle de quelques quadrupèdes de plus de 31 $\frac{1}{2}$ degrés, celle de l'homme de 30 $\frac{1}{2}$ ou 31 (*c*), tandis que celle des grenouilles

(*c*) » A mon thermomètre (dit le Docteur Martine) où le terme de la congélation eſt marqué 32, j'ai trouvé que ma peau, par-tout où elle étoit bien couverte, élevoit le mercure aux degrés 96 ou 97... que l'urine nouvellement rendue & reçue dans un vaſe de la même température qu'elle, eſt à peine d'un degré plus chaude que la peau, & nous pouvons ſuppoſer qu'elle eſt à-peu-près au degré des viſceres voiſins. . . . Dans les quadrupèdes ordinaires, tels que les chiens, les chats, les brebis, les bœufs, les cochons, &c, la chaleur de la peau élève le thermomètre 4 ou 5 degrés plus haut que dans l'homme, & le porte aux degrés 100, 101, 102, & dans quelques-uns, au degré 103 ou même un peu plus haut. . . . . La chaleur des cétacées eſt égale à celle des quadrupèdes. . . . J'ai trouvé que la chaleur de la peau de veau marin étoit proche du degré 102, & celle de la cavité de l'abdomen environ un degré plus haut. . . Les oiſeaux ſont les plus chauds

n'eſt que de 15 ou 16, celle des poiſſons & des inſectes de 11 ou 12, c'eſt-à-dire, la moindre de toutes, & à très peu près la même que celle des végétaux. Ainſi le degré de

---

de tous les animaux, & ſurpaſſent de trois ou quatre degrés les quadrupèdes, ſuivant l'expérience que j'en ai faite moi-même ſur les canards, les oies, les poules, les pigeons, les perdrix, les hirondelles; la boule du thermomètre placée entre leurs cuiſſes, le mercure s'élevoit aux degrés 103, 104, 105, 106, 107 «. Le même obſervateur a reconnu que les chenilles n'avoient que très peu de chaleur, environ deux ou trois degrés au-deſſus de l'air dans lequel elles vivent. » Ainſi, dit-il, la claſſe des animaux froids eſt formée par toute la famille des inſectes, hormis les abeilles qui font une exception ſinguliere * ... J'ai trouvé par des expériences fréquentes, que la chaleur d'un eſſaim d'abeilles élevoit le thermomètre qui en étoit entouré au degré 97, chaleur qui ne le cède point à la nôtre. La chaleur des autres animaux d'une vie foible, excède peu la chaleur du milieu environnant; à peine diſtingue-t-on quelque différence dans les moules & dans les huîtres, très peu dans les carrelets, les merlans, les merlus & autres poiſſons à ouïes, qui m'ont tous paru

* *Nota.* Je ne ſais s'il faut faire une exception pour les abeilles, comme l'ont faite la plupart de nos Obſervateurs, qui prétendent que ces mouches ont autant de chaleur que les animaux qui reſpirent, parce que leur ruche eſt auſſi chaude que le corps de ces animaux; il me ſemble que cette chaleur de l'intérieur de la ruche n'eſt point du tout la chaleur de chaque abeille, mais la ſomme totale de la chaleur qui s'évapore des corps de neuf ou dix mille individus réunis dans cet eſpace, où leur mouvement continuel doit l'augmenter encore; & en diviſant cette ſomme générale de chaleur par la quantité particuliere de chaleur qui s'évapore de chaque individu, on trouveroit peut-être que l'abeille n'a pas plus de chaleur qu'une autre mouche,

chaleur dans l'homme & dans les animaux ; dépend de la force & de l'étendue des poumons ; ce ſont les ſoufflets de la machine animale, ils en entretiennent & augmentent le feu ſelon qu'ils ſont plus ou moins puiſſans, & que leur mouvement eſt plus ou moins prompt. La ſeule difficulté eſt de concevoir comment ces eſpèces de ſoufflets (dont la conſtruction eſt auſſi ſupérieure à celle de nos ſoufflets d'uſage que la nature eſt au-deſſus de nos arts) peuvent porter l'air ſur le feu qui nous anime ; feu dont le foyer paroît aſſez indéterminé, feu qu'on n'a pas même voulu qualifier de ce nom, parce qu'il eſt ſans flamme, ſans fumée apparente, & que ſa chaleur n'eſt que très médiocre & aſſez uniforme. Cependant ſi l'on conſidere que la chaleur & le feu ſont des effets & même des élémens du même ordre ; ſi l'on

---

avoir à peine un degré de plus que l'eau de mer dans laquelle ils vivoient, & qui étoit, lors de mon obſervation, au degré 41. Enfin, il n'y en a guere plus dans les poiſſons de riviere ; & quelques truites que j'ai examinées, étoient au degré 62, pendant que l'eau de la riviere étoit au degré 61. . . . Suivant le réſultat de pluſieurs expériences, j'ai trouvé que les limaçons étoient de 2 degrés plus chauds que l'air. Les grenouilles & les tortues de terre m'ont paru avoir quelque choſe de plus, & environ 5 degrés de plus que l'air qu'elles reſpiroient. . . . J'ai auſſi examiné la chaleur d'une carpe & celle d'une anguille, & j'ai trouvé qu'elles excédoient à peine la chaleur de l'eau où ces poiſſons vivoient, & qui étoit au degré 54 «. *Eſſais ſur les thermomètres, articles 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46 & 47.*

ſe

se rappelle que la chaleur raréfie l'air, & qu'en étendant son ressort elle peut l'affoiblir au point de le rendre sans effet ; on pourra penser que cet air tiré par nos poumons s'y raréfiant beaucoup, doit perdre son ressort dans les bronches & dans les petites vésicules où il ne peut pénétrer qu'en très petit volume & en bulles dont le ressort, déjà très étendu, sera bientôt détruit par la chaleur du sang artériel & veineux ; car ces vaisseaux du sang ne sont séparés des vésicules pulmonaires qui reçoivent l'air, que par des cloisons si minces, qu'elles laissent aisément passer cet air dans le sang, où il ne peut manquer de produire le même effet que sur le feu commun ; parce que le degré de chaleur de ce sang est plus que suffisant pour détruire en entier l'élasticité des particules d'air, les fixer & les entraîner sous cette nouvelle forme dans toutes les voies de la circulation. Le feu du corps animal ne diffère du feu commun que du moins au plus : le degré de chaleur est moindre, dès-lors il n'y a point de flamme, parce que les vapeurs qui s'élèvent & qui représentent la fumée de ce feu, n'ont pas assez de chaleur pour s'enflammer ou devenir ardentes, & qu'étant d'ailleurs mêlées de beaucoup de parties humides qu'elles enlèvent avec elles, ces vapeurs ou cette fumée ne peuvent ni s'allumer ni brûler *(d)* : tous les autres effets

---

(*d*) J'ai fait une grande expérience au sujet de l'inflammation de la fumée. J'ai rempli de charbon sec &

ſont abſolument les mêmes ; la reſpiration d'un petit animal abſorbe autant d'air que la lumiere d'une chandelle ; dans des vaiſſeaux fermés, de capacités égales, l'animal

---

conſervé à couvert plus de ſix mois, deux de mes fourneaux qui ont également quatorze pieds de hauteur, & qui ne diffèrent dans leur conſtruction que par les proportions des dimenſions en largeur, le premier contenant juſte un tiers plus que le ſecond. J'ai rempli l'un avec douze cents livres de ce charbon, & l'autre avec huit cents livres, & j'ai adapté au plus grand un tuyau d'aſpiration, conſtruit avec un chaſſis de fer, garni de tôle, qui avoit treize pouces en quarré ſur dix pieds de hauteur ; je lui avois donné treize pouces ſur les quatre côtés, pour qu'il remplît exactement l'ouverture ſupérieure du fourneau, qui étoit quarrée, & qui avoit treize pouces ½ de toutes faces ; avant de remplir ces fourneaux, on avoit préparé dans le bas une petite cavité en forme de voûte, ſoutenue par des bois ſecs ſous leſquels on mit le feu au moment qu'on commença de charger le charbon ; ce feu, qui d'abord étoit vif, ſe ralentit à meſure qu'on chargeoit : cependant il ſubſiſta toujours ſans s'éteindre ; & lorſque les fourneaux furent remplis en entier, j'en examinai le progrès & le produit ſans le remuer & ſans y rien ajouter ; pendant les ſix premieres heures, la fumée qui avoit commencé à s'élever au moment qu'on avoit commencé de charger, étoit très humide, ce que je reconnoiſſois aiſément par les gouttes d'eau qui paroiſſoient ſur les parties extérieures du tuyau d'aſpiration, & ce tuyau n'étoit encore, au bout de ſix heures, que médiocrement chaud, car je pouvois le toucher aiſément. On laiſſa le feu, le tuyau & les fourneaux pendant toute la nuit dans cet état ; la fumée continuant toujours, devint ſi abondante, ſi épaiſſe & ſi noire, que le lendemain en arrivant à mes forges, je crus qu'il y avoit un incendie. L'air étoit calme, & comme le vent ne diſſipoit pas la fumée, elle enveloppoit les bâtimens & les déroboit à ma vue ; elle du-

meurt en même temps que la chandelle s'éteint; rien ne peut démontrer plus évidemment que le feu de l'animal & celui de la chandelle, ou de toute autre matiere com-

---

roit déjà depuis vingt-six heures. J'allai à mes fourneaux, je trouvai que le feu, qui n'étoit allumé qu'à la partie du bas, n'avoit pas augmenté, qu'il se soutenoit au même degré; mais la fumée qui avoit donné de l'humidité dans les six premieres heures, étoit devenue plus seche, & paroissoit néanmoins tout aussi noire. Le tuyau d'aspiration ne pompoit pas davantage, il étoit seulement un peu plus chaud, & la fumée ne formoit plus de gouttes sur la surface extérieure; la cavité des fourneaux, qui avoit quatorze pieds de hauteur, se trouva vide, au bout de vingte-six heures, d'environ trois pieds; je les fis remplir, l'un avec cinquante, & l'autre avec soixante-quinze livres de charbon, & je fis remettre tout de suite le tuyau d'aspiration qu'on avoit été obligé d'enlever pour charger. Cette augmentation d'aliment n'augmenta pas le feu ni même la fumée, elle ne changea rien à l'état précédent; j'observai le tout pendant huit heures de suite, m'attendant à tout instant à voir paroître la flamme, & ne concevant pas pourquoi cette fumée d'un charbon si sec, & si seche elle-même qu'elle ne déposoit pas la moindre humidité, ne s'enflammoit pas d'elle-même après trente-quatre heures de feu toujours subsistant au bas des fourneaux; je les abandonnai donc une seconde fois dans cet état, & donnai ordre de n'y pas toucher. Le jour suivant, douze heures après les trente-quatre, je trouvai le même brouillard épais, la même fumée noire couvrant mes bâtimens; & ayant visité mes fourneaux, je vis que le feu d'en-bas étoit toujours le même, la fumée la même & sans aucune humidité, & que la cavité des fourneaux étoit vide de trois pieds deux pouces dans le plus petit, & de deux pieds neuf pouces seulement dans le plus grand, auquel étoit adapté le tuyau d'aspiration; je le remplis avec soixante-six livres de charbon, & l'autre avec cinquante-quatre, &

bustible allumée, sont des feux non-seulement du même ordre, mais d'une seule & même nature, auxquels le secours de l'air est

---

je résolus d'attendre aussi long-temps qu'il seroit nécessaire pour savoir si cette fumée ne viendroit pas enfin à s'enflammer; je passai neuf heures à l'examiner de temps à autre; elle étoit très seche, très suffoquante, très sensiblement chaude, mais toujours noire & sans flamme au bout de cinquante-cinq heures. Dans cet état je la laissai pour la troisième fois. Le jour suivant, treize heures après les cinquante-cinq, je la retrouvai encore de même, le charbon de mes fourneaux baissé de même; & comme je réfléchissois sur cette consommation de charbon sans flamme, qui étoit d'environ moitié de la consommation qui s'en fait dans le même temps & dans les mêmes fourneaux lorsqu'il y a de la flamme, je commençai à croire que je pourrois bien user beaucoup de charbon sans avoir de flamme, puisque depuis trois jours on avoit chargé trois fois les fourneaux (car j'oubliois de dire que ce jour même on venoit de remplir la cavité vide du grand fourneau avec quatre-vingt livres de charbon, & celle du petit avec soixante livres) je les laissai néanmoins fumer encore plus de cinq heures. Après avoir perdu l'espérance de voir cette fumée s'enflammer d'elle-même, je la vis tout d'un coup prendre feu, & faire une espèce d'explosion dans l'instant même qu'on lui présenta la flamme légere d'une poignée de paille; le tourbillon entier de la fumée s'enflamma jusqu'à huit à dix pieds de distance & autant de hauteur; la flamme pénétra la masse du charbon, & descendit dans le même moment jusqu'au bas du fourneau, & continua de brûler à la maniere ordinaire: le charbon se consommoit une fois plus vîte, quoique le feu d'en-bas ne parût guere plus animé; mais je suis convaincu que mes fourneaux auroient éternellement fumé si l'on n'eût pas allumé la fumée; & rien ne me prouva mieux que la flamme n'est que de la fumée qui brûle, & que la communication du feu ne peut se faire que par la flamme.

également néceſſaire ; & qui tous deux ſe l'approprient de la même maniere, l'abſorbent comme aliment, l'entraînent dans leur route, ou le dépoſent ſous une forme fixe dans les ſubſtances qu'ils pénètrent.

Les végétaux & la plupart des inſectes n'ont, au lieu de poumons, que des tuyaux aſpiratoires, des eſpèces de trachées par leſquelles ils ne laiſſent pas de pomper tout l'air qui leur eſt néceſſaire ; on le voit paſſer en bulles très ſenſibles dans la sève de la vigne ; il eſt non-ſeulement pompé par les racines, mais ſouvent même par les feuilles ; il fait partie & partie très eſſentielle de la nourriture du végétal qui dès-lors ſe l'aſſimile, le fixe & le conſerve. Le petit degré de la chaleur végétale, joint à celui de la chaleur du ſoleil, ſuffit pour détruire le reſſort de l'air contenu dans la sève, ſurtout lorſque cet air qui n'a pu être admis dans le corps de la plante & arriver à la sève qu'après avoir paſſé par des tuyaux très ſerrés, ſe trouve diviſé en particules preſque infiniment petites, que le moindre degré de chaleur ſuffit pour rendre fixes. L'expérience confirme pleinement tout ce que je viens d'avancer ; les matieres animales & végétales contiennent toutes une très grande quantité de cet air fixe ; & c'eſt en quoi conſiſte l'un des principes de leur inflammabilité ; toutes les matieres combuſtibles contiennent beaucoup d'air ; tous les animaux & les végétaux, toutes leurs parties, tous leurs détrimens, toutes les matieres qui en proviennent, toutes les ſubſ-

tances où ces détrimens ſe trouvent mêlangés, contiennent plus ou moins d'air fixe, & la plupart renferment auſſi une certaine quantité d'air élaſtique. On ne peut douter de ces faits dont la certitude eſt acquiſe par les belles expériences du docteur Hales & dont les Chimiſtes ne me paroiſſent pas avoir ſenti toute la valeur; car ils auroient reconnu depuis long-temps, que l'air fixe doit jouer en grande partie le rôle de leur phlogiſtique; ils n'auroient pas adopté ce terme nouveau qui ne répond à aucune idée préciſe, & ils n'en auroient pas fait la baſe de toutes leurs explications des phénomènes chimiques; ils ne l'auroient pas donné pour un être identique & toujours le même, puiſqu'il eſt compoſé d'air & de feu, tantôt dans un état fixe & tantôt dans celui de la plus grande volatilité. Et ceux d'entr'eux qui ont regardé le phlogiſtique comme le produit du feu élémentaire ou de la lumiere, ſe ſont moins éloignés de la vérité, parce que le feu ou la lumiere produiſent, par le ſecours de l'air, tous les effets du phlogiſtique.

Les minéraux qui, comme les ſoufres & les pyrites, contiennent dans leur ſubſtance une quantité plus ou moins grande des détrimens ultérieurs des animaux & des végétaux, renferment dès-lors des parties combuſtibles qui, comme toutes les autres, contiennent plus ou moins d'air fixe, mais toujours beaucoup moins que les ſubſtances purement animales ou végétales: on peut également leur enlever cet air fixe

par la combuſtion ; on peut auſſi le dégager par le moyen de l'efferveſcence ; & dans les matieres animales & végétales, on le dégage par la ſimple fermentation qui, comme la combuſtion, a toujours beſoin d'air pour s'opérer. Ceci s'accorde ſi parfaitement avec l'expérience, que je ne crois pas devoir inſiſter ſur la preuve des faits. Je me contenterai d'obſerver que les ſoufres & les pyrites ne ſont pas les ſeuls minéraux qu'on doive regarder comme combuſtibles ; qu'il y en a beaucoup d'autres dont je ne ferai point ici l'énuméraion, parce qu'il ſuffit de dire que leur degré de combuſtibilité dépend ordinairement de la quantité de ſoufre qu'ils contiennent. Tous les minéraux combuſtibles tirent donc originairement cette propriété ou du mêlange des parties animales & végétales qui ſont incorporées avec eux, ou des particules de lumiere, de chaleur & d'air, qui par le laps de temps ſe ſont fixées dans leur intérieur. Rien, ſelon moi, n'eſt combuſtible que ce qui a été formé par une chaleur douce, c'eſt-à-dire, par ces mêmes élémens combinés dans toutes les ſubſtances que le ſoleil éclaire & vivifie (*e*),

(*e*) Voici une obſervation qui ſemble démontrer que la lumiere a plus d'affinité avec les ſubſtances combuſtibles, qu'avec toutes les autres matieres. On ſait que la puiſſance réfractive des corps tranſparens, eſt proportionnelle à leur denſité ; le verre, plus denſe que l'eau, a proportionnellement une plus grande force réfringente ; & en augmentant la denſité du verre & de l'eau, l'on augmente à meſure leur force de ré-

ou dans celles que la chaleur intérieure de la terre fomente & réunit.

C'est cette chaleur intérieure du globe de la terre que l'on doit regarder comme le vrai feu élémentaire, & il faut le distinguer de celui du soleil qui ne nous parvient qu'avec la lumiere ; tandis que l'autre, quoique bien plus considérable, n'est ordinairement que sous la forme d'une chaleur obscure, & que ce n'est que dans quelques circonstances, comme celles de l'électricité, qu'il prend de la lumiere. Nous avons déjà dit que la somme de cette chaleur prise pendant l'année entiere & pendant un

fraction. Cette proportion s'observe dans toutes les matieres transparentes & qui sont en même temps incombustibles. Mais les matieres inflammables, telles que l'esprit de vin, les huiles transparentes, l'ambre, &c, ont une puissance réfringente plus grande que les autres ; en sorte que l'attraction que ces matieres exercent sur la lumiere, & qui provient de leur masse ou densité, est considérablement augmentée par l'affinité particuliere qu'elles ont avec la lumiere. Si cela n'étoit pas, leur force réfringente seroit, comme celle de toutes les autres matieres, proportionnelle à leur densité ; mais les matieres inflammables attirent plus puissamment la lumiere, & ce n'est que par cette raison qu'elles ont plus de puissance réfractive que les autres. Le diamant même ne fait pas une exception à cette loi ; on doit le mettre au nombre des matieres combustibles, on le brûle au miroir ardent : il a avec la lumiere autant d'affinité, que les matieres inflammables, car sa puissance réfringente est plus grande qu'elle ne devroit l'être à proportion de sa densité. Il a en même temps la propriété de s'imbiber de la lumiere & de la conserver assez long-temps ; les phénomènes de sa réfraction doivent tenir en partie à ces propriétés.

grand nombre d'années de ſuite, eſt trois cents ou quatre cents fois plus grande que la ſomme de la chaleur qui nous vient du ſoleil pendant le même temps; c'eſt une vérité qui peut paroître ſinguliere, mais qui n'en eſt pas moins évidemment démontrée (*f*). Comme nous en avons parlé diſertement, nous nous contenterons de remarquer ici que cette chaleur conſtante & toujours ſubſiſtante, entre comme élément dans toutes les combinaiſons des autres élémens, & qu'elle eſt plus que ſuffiſante pour produire ſur l'air les mêmes effets que le feu actuel ou la chaleur animale; que par conſéquent cette chaleur intérieure de la terre détruira l'élaſticité de l'air & le fixera toutes les fois qu'étant diviſé en parties très petites, il ſe trouvera ſaiſi par cette chaleur dans le ſein de la terre; que ſous cette nouvelle forme il entrera comme partie fixe dans un grand nombre de ſubſtances, leſquelles contiendront dès-lors des particules d'air fixe & de chaleur fixe, qui ſont les premiers principes de la combuſtibilité. Mais ils ſe trouveront en plus ou moins grande quantité dans les différentes ſubſtances ſelon le degré d'affinité qu'ils auront avec elles; & ce degré dépendra beaucoup de la quantité que ces ſubſtances contiendront de parties animales & végétales, qui paroiſſent

---

(*f*) Voyez le Mémoire de M. de Mairan, dans ceux de l'Académie Royale des Sciences, année 1765, page 143.

être la base de toute matiere combustible ; si elles y sont abondamment répandues ou foiblement incorporées, on pourra toujours les dégager de ces substances par le moyen de la combustion. La plupart des minéraux métalliques & même des métaux, contiennent une assez grande quantité de parties combustibles ; le zinc, l'antimoine, le fer, le cuivre, &c. brûlent & produisent une flamme évidente & très vive, tant que dure la combustion de ces parties inflammables qu'ils contiennent. Après quoi si on continue le feu, la combustion finie, commence la calcination pendant laquelle il rentre dans ces matieres de nouvelles parties d'air & de chaleur qui s'y fixent & qu'on ne peut en dégager qu'en leur présentant quelque matiere combustible avec laquelle ces parties d'air & de chaleur fixes ont plus d'affinité qu'avec celles du minéral auxquelles en effet elles ne sont unies que par force, c'est-à-dire, par l'effort de la calcination. Il me semble que la conversion des substances métalliques en chaux, & leur réduction, pourront maintenant être très clairement entendues, sans qu'il soit besoin de recourir à des principes secondaires ou à des hypothèses arbitraires pour leur explication. La réduction, comme je l'ai déjà insinué, n'est dans le réel qu'une seconde combustion par laquelle on dégage les parties d'air & de chaleur fixes que la calcination avoit forcé d'entrer dans le métal & de s'unir à sa substance fixe à laquelle on rend en même temps les parties vola-

tiles & combuſtibles que la premiere action du feu lui avoit enlevées.

Après avoir préſenté le grand rôle que l'air fixe joue dans les opérations les plus ſecrettes de la Nature, conſidérons-le pendant quelques inſtans lorſque, ſous la forme élaſtique, il réſide dans les corps; ſes effets ſont alors auſſi variables que les degrés de ſon élaſticité; ſon action, quoique toujours la même, ſemble donner des produits différens dans les ſubſtances différentes. Pour en ramener la conſidération à un point de vue général, nous le comparerons avec l'eau & la terre, comme nous l'avons déjà comparé avec le feu; les réſultats de cette comparaiſon entre les quatre élémens s'appliqueront enſuite aiſément à toutes les ſubſtances, de quelque nature qu'elles puiſſent être, puiſque toutes ne ſont compoſées que de ces quatre principes réels.

Le plus grand froid connu ne peut détruire le reſſort de l'air, & la moindre chaleur ſuffit pour cet effet, ſurtout lorſque ce fluide eſt diviſé en parties très petites. Mais il faut obſerver qu'entre ſon état de fixité & celui de ſa pleine élaſticité, il y a toutes les nuances des états moyens, & que c'eſt preſque toujours dans quelques-uns de ces états moyens qu'il réſide dans la terre & dans l'eau, ainſi que dans toutes les ſubſtances qui en ſont compoſées; par exemple, on ne pourra pas douter que l'eau qui nous paroît une ſubſtance ſi ſimple, ne contienne une certaine quantité d'air qui n'eſt ni fixe ni élaſtique, mais entre la fixité

& l'élasticité, si l'on fait attention aux différens phénomènes qu'elle nous présente dans sa congélation, dans son ébullition, dans sa résistance à toute compression, &c. car la Physique expérimentale nous démontre que l'eau est incompressible; au lieu de s'affaisser & de rentrer en elle-même lorsqu'on la force par la presse, elle passe à travers les vaisseaux les plus solides & les plus épais: or, si l'air qu'elle contient en assez grande quantité y étoit dans son état de pleine élasticité, l'eau seroit compressible en raison de cette quantité d'air élastique qu'elle contient & qui se comprimeroit. Donc l'air contenu dans l'eau n'y est pas simplement mêlé & n'y conserve pas sa forme élastique, mais y est plus intimement uni dans un état où son ressort ne s'exerce plus d'une maniere sensible; & néanmoins ce ressort n'y est pas entiérement détruit; car si l'on expose l'eau à la congélation, on voit cet air sortir de son intérieur & se réunir à sa surface en bulles élastiques; ceci seul suffiroit pour prouver que l'air n'est pas contenu dans l'eau sous sa forme ordinaire, puisqu'étant spécifiquement huit cent cinquante fois plus léger, il seroit forcé d'en sortir par la seule nécessité de la prépondérance de l'eau. Il est donc évident que l'air contenu dans l'eau, n'y est pas dans son état ordinaire, c'est-à-dire, de pleine élasticité; & en même temps il est démontré que cet état dans lequel il réside dans l'eau n'est pas celui de sa plus grande fixité, où son ressort absolument détruit ne peut se rétablir que par la combustion, puisque la

chaleur ou le froid peuvent également le rétablir ; il suffit de faire chauffer ou geler de l'eau pour que l'air qu'elle contient reprenne son élasticité & s'élève en bulles sensibles à sa surface ; il s'en dégage de même lorsque l'eau cesse d'être pressée par le poids de l'atmosphère sous le récipient de la machine pneumatique : il n'est donc pas contenu dans l'eau sous une forme fixe, mais seulement dans un état moyen où il peut aisément reprendre son ressort ; il n'est pas simplement mêlé dans l'eau puisqu'il ne peut y résider sous sa forme élastique, mais aussi il ne lui est pas intimement uni sous sa forme fixe, puisqu'il s'en sépare plus aisément que de toute autre matiere.

On pourra m'objecter avec raison, que le froid & le chaud n'ont jamais opéré de la même façon ; que si l'une de ces causes rend à l'air son élasticité, l'autre doit la détruire, & j'avoue que pour l'ordinaire, le froid & le chaud produisent des effets différens : mais dans la substance particuliere que nous considérons, ces deux causes, quoique opposées, produisent le même effet ; on pourra le concevoir aisément en faisant attention à la chose même & au rapport de ses circonstances. L'on sait que l'eau, soit gelée, soit bouillie, reprend l'air qu'elle avoit perdu dès qu'elle se liquéfie ou qu'elle se refroidit ; le degré d'affinité de l'air avec l'eau dépend donc en grande partie de celui de sa température ; ce degré dans son état de liquidité, est à-peu-près le même que celui de la chaleur générale à la surface de

la terre; l'air, avec lequel elle a beaucoup d'affinité, la pénètre auſſitôt qu'il eſt diviſé en parties très tenues; & le degré de la chaleur élémentaire & générale, ſuffit pour affoiblir le reſſort de ces petites parties, au point de le rendre ſans effet, tant que l'eau conſerve cette température; mais ſi le froid vient à la pénétrer, ou pour parler plus préciſément, ſi ce degré de chaleur néceſſaire à cet état de l'air vient à diminuer, alors ſon reſſort qui n'eſt pas entiérement détruit ſe rétablira par le froid, & l'on verra les bulles élaſtiques s'élever à la ſurface de l'eau prête à ſe congeler. Si au contraire, l'on augmente le degré de la température de l'eau par une chaleur extérieure, on en diviſe trop les parties intégrantes, on les rend volatiles, & l'air qui ne leur étoit que foiblement uni s'élève & s'échappe avec elles. Car il faut ſe rappeler que quoique l'eau priſe en maſſe ſoit incompreſſible & ſans aucun reſſort, elle eſt très élaſtique dès qu'elle eſt diviſée ou réduite en petites parties; & en ceci elle paroît être d'une nature contraire à celle de l'air qui n'eſt compreſſible qu'en maſſe & qui perd ſon reſſort dès qu'il eſt trop diviſé. Néanmoins l'air & l'eau ont beaucoup plus de rapports entr'eux que de propriétés oppoſées; & comme je ſuis très perſuadé que toute la matiere eſt convertible, & que les quatre élémens peuvent ſe transformer, je ſerois porté à croire que l'eau peut ſe changer en air lorſqu'elle eſt aſſez raréfiée pour s'élever en vapeurs : car le reſſort de la vapeur de l'eau eſt auſſi &

même plus puiſſant que le reſſort de l'air; on voit le prodigieux effet de cette puiſſance dans les pompes à feu, on voit la terrible exploſion qu'elle produit lorſqu'on laiſſe tomber du métal fondu ſur quelques gouttes d'eau; & ſi l'on ne veut pas convenir avec moi que l'eau puiſſe dans cet état de vapeurs ſe transformer en air, on ne pourra du moins nier qu'elle n'en ait alors les principales propriétés.

L'expérience m'a même appris que la vapeur de l'eau peut entretenir & augmenter le feu comme le fait l'air ordinaire; & cet air, que nous pourrions regarder comme pur, eſt toujours mêlé avec une très grande quantité d'eau; mais il faut remarquer comme choſe importante, que la proportion du mélange n'eſt pas à beaucoup près la même dans ces deux élémens; l'on peut dire en général qu'il y a beaucoup moins d'air dans l'eau que d'eau dans l'air; ſeulement il faut conſidérer qu'il y a deux unités très différentes, auxquelles on pourroit rapporter les termes de cette proportion; ces deux unités ſont le volume & la maſſe. Si on eſtime la quantité d'air contenue dans l'eau par le volume, elle paroîtra nulle, puiſque le volume de l'eau n'en eſt point du tout augmenté; & de même l'air plus ou moins humide ne nous paroît pas changer de volume, cela n'arrive que quand il eſt plus ou moins chaud; ainſi ce n'eſt point au volume qu'il faut rapporter cette proportion; c'eſt à la maſſe ſeule, c'eſt-à-dire, à la quantité réelle de matiere dans l'un & l'autre

de ces deux élémens, qu'on doit comparer celle de leur mèlange, & l'on verra que l'air eſt beaucoup plus *aqueux* que l'eau n'eſt *aërienne*, peut-être dans la proportion de la maſſe, c'eſt-à-dire, huit cent cinquante fois davantage. Quoi qu'il en ſoit de cette eſtimation, qui eſt peut-être ou trop forte ou trop foible, nous pouvons en tirer l'induction que l'eau doit ſe changer plus aiſément en air, que l'air ne peut ſe transformer en eau. Les parties de l'air, quoique ſuſceptibles d'être extrêmement diviſées, paroiſſent être plus groſſes que celles de l'eau, puiſque celle-ci paſſe à travers pluſieurs filtres que l'air ne peut pénétrer; puiſque quand elle eſt raréfiée par la chaleur, ſon volume, quoique fort augmenté n'eſt qu'égal ou un peu plus grand que celui des parties de l'air à la ſurface de la terre; car les vapeurs de l'eau ne s'élèvent dans l'air qu'à une certaine hauteur; enfin, puiſque l'air ſemble s'imbiber d'eau comme une éponge, la contenir en grande quantité, & que le contenant eſt néceſſairement plus grand que le contenu. Au reſte, l'air qui s'imbibe ſi volontiers de l'eau, ſemble la rendre de même lorſqu'on lui préſente des ſels ou d'autres ſubſtances avec leſquelles l'eau a encore plus d'affinité qu'avec lui. L'effet que les Chimiſtes appellent *défaillance*, & même celui des *efflореſcences*, démontrent non-ſeulement qu'il y a une très grande quantité d'eau contenue dans l'air, mais encore que cette eau n'y eſt attachée que par une ſimple affinité qui cède aiſément à une affinité plus grande, & qui même

ceſſe

ceſſe d'agir ſans être combattue ou balancée par aucune autre affinité, mais par la ſeule raréfaction de l'air, puiſqu'il ſe dégage de l'eau dès qu'elle ceſſe d'être preſſée par le poids de l'atmoſphere, ſous le récipient de la machine pneumatique.

Dans l'ordre de la converſion des élémens, il me ſemble que l'eau eſt pour l'air ce que l'air eſt pour le feu, & que toutes les transformations de la Nature dépendent de celles-ci. L'air comme aliment du feu s'aſſimile avec lui, & ſe transforme en ce premier élément; l'eau raréfiée par la chaleur, ſe transforme en une eſpèce d'air capable d'alimenter le feu comme l'air ordinaire; ainſi le feu a un double fonds de ſubſiſtance aſſurée; s'il conſomme beaucoup d'air, il peut auſſi en produire beaucoup par la raréfaction de l'eau, & réparer ainſi dans la maſſe de l'atmoſphère toute la quantité qu'il en détruit, tandis qu'ultérieurement il ſe convertit lui-même avec l'air en matiere fixe dans les ſubſtances terreſtres qu'il pénètre par ſa chaleur ou par ſa lumiere.

Et de même que d'une part, l'eau ſe convertit en air ou en vapeurs auſſi volatiles que l'air par ſa raréfaction, elle ſe convertit en une ſubſtance ſolide par une eſpèce de condenſation différente des condenſations ordinaires. Tout fluide ſe raréfie par la chaleur & ſe condenſe par le froid; l'eau ſuit elle-même cette loi commune, & ſe condenſe à meſure qu'elle refroidit; qu'on en rempliſſe un tube de verre juſqu'aux trois quarts, on la verra deſcendre à meſure que

le froid augmente, & se condenser comme font tous les autres fluides; mais quelque temps avant l'instant de la congélation on la verra remonter au-dessus du point des trois quarts de la hauteur du tube, & s'y renfler encore considérablement en se convertissant en glace. Mais si le tube est bien bouché & parfaitement en repos, l'eau continuera de baisser, & ne se gélera pas, quoique le degré de froid soit de 6, 8 ou 10 degrés au-dessous du terme de la glace, & l'eau ne gélera que quand on ouvrira le tube ou qu'on le remuera. Il semble donc que la congélation nous présente d'une maniere inverse les mêmes phénomènes que l'inflammation. Quelque intense, quelque grande que soit une chaleur renfermée dans un vaisseau bien clos, elle ne produira l'inflammation que quand elle touchera quelque matiere enflammée; & de même à quelque degré qu'un fluide soit refroidi, il ne gélera pas sans toucher quelque substance déjà gelée; & c'est ce qui arrive lorsqu'on remue ou débouche le tube; les particules de l'eau qui sont gelées dans l'air extérieur ou dans l'air contenu dans le tube, viennent, lorsqu'on le débouche ou le remue, frapper la surface de l'eau & lui communiquent leur glace. Dans l'inflammation, l'air d'abord très raréfié par la chaleur, perd son volume & se fixe tout-à-coup; dans la congélation l'eau d'abord condensée par le froid, reprend plus de volume & se fixe de même: Car la glace est une substance solide, plus légère que l'eau, & qui conserveroit sa solidité si le froid étoit

toujours le même. Et je suis porté à croire qu'on viendroit à bout de fixer le mercure à un moindre degré de froid en le sublimant en vapeurs dans un air très froid. Je suis de même très porté à croire que l'eau, qui ne doit sa liquidité qu'à la chaleur & qui la perd avec elle, deviendroit une substance d'autant plus solide & d'autant moins fusible, qu'elle éprouveroit plus fort & plus longtemps la rigueur du froid. On n'a pas fait assez d'expériences sur ce sujet important.

Mais sans nous arrêter à cette idée, c'est-à-dire, sans admettre ni sans exclure la possibilité de la conversion de la glace en matiere infusible ou terre fixe & solide, passons à des vues plus étendues sur les moyens que la Nature emploie pour la transformation de l'eau. Le plus puissant de tous & le plus évident est le filtre animal; le corps des animaux à coquilles, en se nourrissant des particules de l'eau, en travaille en même temps la substance au point de la dénaturer; la coquille est certainement une substance terrestre, une vraie pierre, dont toutes les pierres que les Chimistes appellent *calcaires* & plusieurs autres matieres tirent leur origine; cette coquille paroît, à la vérité, faire partie constitutive de l'animal qu'elle couvre, puisqu'elle se perpétue par la génération, & qu'on la voit dans les petits coquillages qui viennent de naître, comme dans ceux qui ont pris tout leur accroissement; mais ce n'en est pas moins une substance terrestre, formée par la sécrétion ou l'exudation du corps de l'animal; on la voit

s'agrandir, s'épaissir par anneaux & par couches à mesure qu'il prend de la croissance ; & souvent cette matiere pierreuse excède cinquante ou soixante fois la masse ou matiere réelle du corps de l'animal qui la produit. Qu'on se représente pour un instant, le nombre des espèces de ces animaux à coquille, ou pour les tous comprendre, de ces animaux à transudation pierreuse, elles sont peut-être en plus grand nombre dans la mer, que ne l'est sur la terre le nombre des espèces d'insectes ; qu'on se représente ensuite leur prompt accroissement, leur prodigieuse multiplication, le peu de durée de leur vie, dont nous supposerons néanmoins le terme moyen à dix ans (*g*) ; qu'ensuite on considère qu'il faut multiplier par cinquante ou soixante le nombre presque immense de tous les individus de ce genre, pour se faire une idée de toute la matiere pierreuse produite en dix ans ; qu'enfin, on considère que ce bloc déjà si gros de matiere pierreuse doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix dans tous les siècles qui se sont écoulés depuis le commencement du monde, & l'on se fami-

(*g*) La plus longue vie des escargots ou gros limaçons terrestres, s'étend jusqu'à 14 ans ; on peut présumer que les gros coquillages de mer vivent plus long-temps ; mais aussi les petits & les très petits, tels que ceux qui forment le corail, & tous les madrépores, vivent beaucoup moins de temps ; & c'est par cette raison que j'ai pris le terme moyen à dix ans.

ſiariſera avec cette idée ou plutôt cette vérité d'abord repouſſante, que toutes nos collines, tous nos rochers de pierre calcaire, de marbre, de craie, &c. ne viennent originairement que de la dépouille de ces petits animaux. On n'en pourra douter à l'inſpection des matieres mêmes, qui toutes contiennent encore des coquilles ou des détrimens de coquilles très aiſément reconnoiſſables.

Les pierres calcaires ne ſont donc en très grande partie que de l'eau & de l'air contenus dans l'eau, transformés par le filtre animal; les ſels, les bitumes, les huiles, les graiſſes de la mer n'entrent que pour peu ou pour rien dans la compoſition de la coquille; auſſi la pierre calcaire ne contient-elle aucune de ces matieres; cette pierre n'eſt que de l'eau transformée, jointe à quelque petite portion de terre vitrifiable & à une très grande quantité d'air fixe qui s'en dégage par la calcination. Cette opération produit les mêmes effets ſur les coquilles qu'on prend dans la mer que ſur les pierres qu'on tire des carrieres; elles forment également de la chaux, dans laquelle on ne remarque d'autre différence que celle d'un peu plus ou d'un peu moins de qualité; la chaux faite avec des écailles d'huître ou d'autres coquilles, eſt plus foible que la chaux faite avec du marbre ou de la pierre dure; mais le procédé de la Nature eſt le même, les réſultats de ſon opération les mêmes; les coquilles & les pierres perdent également près de moitié de leur poids par l'action du feu dans la calcination; l'eau qui a conſervé

ſa nature en ſort la premiere, après quoi l'air fixe ſe dégage; & enſuite l'eau fixe dont ces ſubſtances pierreuſes ſont compoſées, reprend ſa premiere nature & s'élève en vapeurs pouſſées & raréfiées par le feu; il ne reſte que les parties les plus fixes de cet air & de cette eau qui peut-être ſont ſi fort unies entr'elles & à la petite quantité de terre fixe de la pierre, que le feu ne peut les ſéparer. La maſſe ſe trouve donc réduite de près de moitié, & ſe réduiroit peut-être encore plus ſi l'on donnoit un feu plus violent. Et ce qui me ſemble prouver évidemment que cette matiere chaſſée hors de la pierre par le feu, n'eſt autre choſe que de l'air & de l'eau, c'eſt la rapidité, l'avidité avec laquelle cette pierre calcinée reprend l'eau qu'on lui donne, & la force avec laquelle elle la tire de l'atmoſphère lorſqu'on la lui refuſe. La chaux, par ſon extinction ou dans l'air ou dans l'eau, reprend en grande partie la maſſe qu'elle avoit perdue par la calcination; l'eau avec l'air qu'elle contient vient remplacer l'eau & l'air qu'elle contenoit précédemment, la pierre reprend dès-lors ſa premiere nature; car en mêlant ſa chaux avec des détrimens d'autres pierres, on fait un mortier qui ſe durcit, & devient avec le temps une ſubſtance ſolide & pierreuſe, comme celles dont on l'a compoſé.

Après cette expoſition, je ne crois pas qu'on puiſſe douter de la transformation de l'eau en terre ou en pierre par l'intermède des coquilles. Voilà donc d'une part toutes les matieres calcaires, dont on doit rappor-

ter l'origine aux animaux, & d'autre part toutes les matieres combuſtibles qui ne proviennent que des ſubſtances animales ou végétales; elles occupent enſemble un aſſez grand eſpace à la ſurface de la terre, & l'on peut juger par leur volume immenſe, combien la Nature vivante a travaillé pour la Nature morte, car ici le brut n'eſt que le mort.

Mais les matieres calcaires & les ſubſtances combuſtibles, quelque grand qu'en ſoit le nombre, quelque immenſe que nous en paroiſſe le volume, ne ſont qu'une très petite portion du globe de la terre, dont le fonds principal & la majeure & très majeure quantité conſiſte en une matiere de la nature du verre, matiere qu'on doit regarder comme l'élément terreſtre, à l'excluſion de toutes les autres ſubſtances auxquelles elle ſert de baſe comme terre, lorſqu'elles ſe forment par le moyen ou par le détriment des animaux, des végétaux, & par la transformation des autres élémens. Non-ſeulement cette matiere premiere qui eſt la vraie terre élémentaire, ſert de baſe à toutes les autres ſubſtances, & en conſtitue les parties fixes; mais elle eſt en même temps le terme ultérieur auquel on peut les ramener & les réduire toutes. Avant de préſenter les moyens que la Nature & l'art peuvent employer pour opérer cette eſpèce de réduction de toute ſubſtance en verre, c'eſt-à-dire, en terre élémentaire, il eſt bon de rechercher ſi les moyens que nous avons indiqués ſont les ſeuls par leſquels l'eau puiſſe ſe trans-

former en ſubſtance ſolide; il me ſemble que le filtre animal la convertiſſant en pierre, le filtre végétal peut également la transformer lorſque toutes les circonſtances ſe trouvent être les mêmes. La chaleur propre des animaux à coquille étant un peu plus grande que celle des végétaux, & les organes de la vie plus puiſſans que ceux de la végétation, le végétal ne pourra produire qu'une petite quantité de pierres qu'on trouve aſſez ſouvent dans ſon fruit; mais il peut convertir & convertit réellement en ſa ſubſtance, une grande quantité d'air, & une quantité encore plus grande d'eau; la terre fixe qu'il s'approprie, & qui ſert de baſe à ces deux élémens, eſt en ſi petite quantité, qu'on peut aſſurer, ſans craindre de ſe tromper, qu'elle ne fait pas la centième partie de ſa maſſe; dès-lors le végétal n'eſt preſque entiérement compoſé que d'air & d'eau transformés en bois, ſubſtance ſolide qui ſe réduit enſuite en terre par la combuſtion ou la putréfaction. On doit dire la même choſe des animaux, ils fixent & transforment non-ſeulement l'air & l'eau, mais le feu en plus grande quantité que les végétaux; il me paroît donc que les fonctions des corps organiſés, ſont l'un des plus puiſſans moyens que la Nature emploie pour la converſion des élémens. On peut regarder chaque animal ou chaque vegétal, comme un petit centre particulier de chaleur ou de feu qui s'approprie l'air & l'eau qui l'environnent, ſe les aſſimile pour végéter ou pour ſe nourrir & vivre des productions de la terre,

qui

qui ne ſont elles-mêmes que de l'air & de l'eau précédemment fixés; il s'approprie en même temps une petite quantité de terre; & recevant les impreſſions de la lumiere & celles de la chaleur du ſoleil & du globe terreſtre, il tourne en ſa ſubſtance tous ces différens élémens, les travaille, les combine, les réunit, les oppoſe juſqu'à ce qu'ils ayent ſubi la forme néceſſaire à ſon développement, c'eſt-à-dire, à l'entretien de la vie & de l'accroiſſement de l'organiſation, dont le moule une fois donné, modèle toute la matiere qu'il admet, & de brute qu'elle étoit, la rend organiſée.

L'eau qui s'unit ſi volontiers avec l'air & qui entre avec lui en ſi grande quantité dans les corps organiſés, s'unit auſſi de préférence avec quelques matieres ſolides, telles que les ſels, & c'eſt ſouvent par leur moyen qu'elle entre dans la compoſition des minéraux. Le ſel, au premier coup-d'œil, ne paroît être qu'une terre diſſoluble dans l'eau & d'une ſaveur piquante; mais les Chimiſtes, en recherchant ſa nature, ont très bien reconnu qu'elle conſiſte principalement dans la réunion de ce qu'ils nomment le *principe terreux* & le *principe aqueux*; l'expérience de l'acide nitreux qui ne laiſſe après ſa combuſtion qu'un peu de terre & d'eau, leur a même fait penſer que ce ſel & peut-être tous les autres ſels n'étoient abſolument compoſés que de ces deux élémens; néanmoins il me paroît qu'on peut démontrer aiſément que l'air & le feu en-

trent dans leur compoſition ; puiſque le nitre produit une grande quantité d'air dans la combuſtion, & que cet air fixe ſuppoſe du feu fixe qui s'en dégage en même temps ; que d'ailleurs toutes les explications qu'on donne de la diſſolution ne peuvent ſe ſoutenir à moins qu'elles n'admettent deux forces oppoſées, l'une attractive & l'autre expanſive, & par conſéquent la préſence des élémens de l'air & du feu, qui ſont ſeuls doués de cette ſeconde force ; qu'enfin, ce ſeroit contre toute analogie que le ſel ne ſe trouveroit compoſé que des deux élémens, de la terre & de l'eau, tandis que toutes les autres ſubſtances ſont compoſées des quatre élémens. Ainſi l'on ne doit pas prendre à la rigueur ce que les grands Chimiſtes, Mrs. Stahl & Macquer, ont dit à ce ſujet : les expériences de M. Hales démontrent que le vitriol & le ſel marin contiennent beaucoup d'air fixe, que le nitre en contient encore beaucoup plus & juſqu'à concurrence du huitième de ſon poids, & le ſel de tartre encore plus. On peut donc aſſurer que l'air entre comme principe dans la compoſition de tous les ſels ; & que comme il ne peut ſe fixer dans aucune ſubſtance qu'à l'aide de la chaleur ou du feu qui ſe fixent en même temps, ils doivent être comptés au nombre de leurs parties conſtitutives. Mais cela n'empêche pas que le ſel ne doive auſſi être regardé comme la ſubſtance moyenne entre la terre & l'eau ; ces deux élémens entrent en proportion différente

dans les différens ſels ou ſubſtances ſalines, dont la variété & le nombre ſont ſi grands qu'on ne peut en faire l'énumération, mais qui préſentées généralement ſous les dénominations d'acides & d'alkalis, nous montrent qu'en général il y a plus de terre & moins d'eau dans ces derniers ſels, & au contraire plus d'eau & moins de terre dans les premiers.

Néanmoins l'eau, quoique intimément mêlée dans les ſels, n'y eſt ni fixée ni réunie par une force aſſez grande pour la transformer en matiere ſolide comme dans la pierre calcaire; elle réſide dans le ſel ou dans ſon acide ſous ſa forme primitive, & l'acide le mieux concentré, le plus dépouillé d'eau, qu'on pourroit regarder ici comme de la terre liquide, ne doit cette liquidité qu'à la quantité de l'air & du feu qu'il contient; toute liquidité & même toute fluidité ſuppoſe la préſence d'une certaine quantité de feu; & quand on attribueroit celle des acides à un reſte d'eau qu'on ne peut en ſéparer, quand même on pourroit les réduire tous ſous une forme concrète, il n'en ſeroit pas moins vrai que leurs ſaveurs, ainſi que les odeurs & les couleurs, ont toutes également pour principe celui de la force expanſive, c'eſt-à-dire, la lumiere & les émanations de la chaleur & du feu; car il n'y a que ces principes actifs qui puiſſent agir ſur nos ſens & les affecter d'une maniere différente & diverſifiée, ſelon les vapeurs ou particules des différentes ſubſtances qu'ils nous apportent & nous préſentent; c'eſt donc

à ces principes qu'on doit rapporter non-seulement la liquidité des acides, mais aussi leur saveur. Une expérience que j'ai eu occasion de faire un grand nombre de fois, m'a pleinement convaincu que l'alkali est produit par le feu; la chaux faite à la maniere ordinaire & mise sur la langue, même avant d'être éteinte par l'air ou par l'eau, a une saveur qui indique déjà la présence d'une certaine quantité d'alkali. Si l'on continue le feu, cette chaux qui a subi une plus longue calcination devient plus piquante sur la langue; & celle que l'on tire des fourneaux de forges où la calcination dure cinq ou six mois de suite, l'est encore davantage. Or, ce sel n'étoit pas contenu dans la pierre avant sa calcination; il augmente en force ou en quantité, à mesure que le feu est appliqué plus violemment & plus long-temps à la pierre, il est donc le produit immédiat du feu & de l'air qui se sont incorporés dans sa substance pendant la calcination, & qui par ce moyen sont devenus parties fixes de cette pierre de laquelle ils ont chassé la plus grande partie des molécules d'eau liquides & solides qu'elle contenoit auparavant. Cela seul me paroît suffisant pour prononcer que le feu est le principe de la formation de l'alkali minéral; & l'on doit en conclure, par analogie, que les autres alkalis doivent également leur formation à la chaleur constante de l'animal & du végétal dont on les tire.

A l'égard des acides, la démonstration de leur formation par le feu & l'air fixes, quoi-

que moins immédiate que celle des alkalis, ne m'en paroît pas moins certaine : nous avons prouvé que le nitre & le phosphore tirent leur origine des matieres végétales & animales, que le vitriol tire la sienne des pyrites, des soufres & des autres matieres combustibles ; on sait d'ailleurs que ces acides, soit vitrioliques, ou nitreux, ou phosphoriques, contiennent toujours une certaine quantité d'alkali ; on doit donc rapporter leur formation & leur saveur au même principe, & réduisant tous les acides à un seul acide, & tous les alkalis à un seul alkali, ramener tous les sels à une origine commune, & ne regarder leurs différentes saveurs & leurs propriétés particulieres & diverses que comme le produit varié des différentes quantités de terre, d'eau, & surtout d'air & de feu fixes, qui sont entrées dans leur composition. Ceux qui contiendront le plus de ces principes actifs d'air & de feu, seront ceux qui auront le plus de puissance & le plus de saveur. J'entends par puissance la force dont les sels nous paroissent animés pour dissoudre les autres substances ; on sait que la dissolution suppose la fluidité, qu'elle ne s'opere jamais entre deux matieres sèches ou solides, & que par conséquent elle suppose aussi dans le dissolvant le principe de la fluidité, c'est-à-dire le feu ; la puissance du dissolvant sera donc d'autant plus grande que d'une part il contiendra ce principe actif en plus grande quantité, & que d'autre part ses parties aqueuses & terreuses auront plus d'affinité avec les parties

de même espèce contenues dans les substances à dissoudre ; & comme les degrés d'affinité dépendent absolument de la figure des parties intégrantes des corps, ils doivent, comme ces figures, varier à l'infini ; on ne doit donc pas être surpris de l'action plus ou moins grande ou nulle de certains sels sur certaines substances, ni des effets contraires d'autres sels sur d'autres substances. Leur principe actif est le même, leur puissance pour dissoudre la même ; mais elle demeure sans exercice lorsque la substance qu'on lui présente repousse celle du dissolvant, ou n'a aucun degré d'affinité avec lui ; tandis qu'au contraire elle le saisit avidement toutes les fois qu'il se trouve assez de force d'affinité pour vaincre celle de la cohérence ; c'est-à-dire, toutes les fois que les principes actifs contenus dans le dissolvant, sous la forme de l'air & du feu, se trouvent plus puissamment attirés par la substance à dissoudre qu'ils ne le sont par la terre & l'eau qu'il contient ; car dès-lors ces principes actifs s'en séparent, se développent & pénètrent la substance qu'ils divisent & décomposent au point de la rendre susceptible par cette division, d'obéir en liberté à toutes les forces attractives de la terre & de l'eau contenues dans le dissolvant, & de s'unir avec elles assez intimement pour ne pouvoir en être séparées que par d'autres substances qui auroient avec ce même dissolvant un degré encore plus grand d'affinité. Newton est le premier qui ait donné les affinités pour causes des précipitations chimiques ; Stahl adop-

tant cette idée l'a tranſmiſe à tous les Chimiſtes, & il me paroît qu'elle eſt aujourd'hui univerſellement reçue comme une vérité dont on ne peut douter. Mais ni Newton ni Stahl ne ſe ſont élevés au point de voir que toutes ces affinités, en apparence ſi différentes entr'elles, ne ſont au fond que les effets particuliers de la force générale de l'attraction univerſelle; & faute de cette vue, leur théorie ne pouvoit être ni lumineuſe ni complète, parce qu'ils étoient forcés de ſuppoſer autant de petites loix d'affinités différentes, qu'il y avoit de phénomènes différens; au lieu qu'il n'y a réellement qu'une ſeule loi d'affinité, loi qui eſt exactement la même que celle de l'attraction univerſelle: & que par conſéquent l'explication de tous les phénomènes doit être déduite de cette ſeule & même cauſe.

Les ſels concourent donc à pluſieurs opérations de la nature par la puiſſance qu'ils ont de diſſoudre les autres ſubſtances; car, quoiqu'on diſe vulgairement que l'eau diſſout le ſel, il eſt aiſé de ſentir que c'eſt une erreur d'expreſſion fondée ſur ce qu'on appelle communément le liquide, le *diſſolvant*; & le ſolide, le *corps à diſſoudre*; mais dans le réel, lorſqu'il y a diſſolution, les deux corps ſont actifs, & peuvent être également appellés *diſſolvans*; ſeulement regardant le ſel comme le diſſolvant, le corps diſſout peut-être indifféremment ou liquide ou ſolide; & pourvu que les parties du ſel ſoient aſſez diviſées pour toucher immédiatement celles des autres ſubſtances, elles agiront &

produiront tous les effets de la dissolution. On voit par-là combien l'action propre des sels & l'action de l'élément de l'eau qui les contient doivent influer sur la composition des matieres minérales. La nature peut produire par ce moyen tout ce que nos arts produisent par le moyen du feu; il ne faut que du temps pour que les sels & l'eau opèrent sur les substances les plus compactes & les plus dures, la division la plus complète & l'atténuation la plus grande de leurs parties; ce qui les rend alors susceptibles de toutes les combinaisons possibles, & capables de s'unir avec toutes les substances analogues, & de se séparer de toutes les autres. Mais ce temps qui n'est rien pour la nature & qui ne lui manque pas, est de toutes les choses nécessaires celle qui nous manque le plus; c'est faute de temps que nous ne pouvons imiter ses procédés ni suivre sa marche; le plus grand de nos arts seroit donc l'art d'abréger le temps, c'est-à-dire, de faire en un jour ce qu'elle fait en un siècle: quelque vaine que paroisse cette prétention, il ne faut pas y renoncer: nous n'avons à la vérité ni les grandes forces ni le temps encore plus grand de la nature, mais nous avons au-dessus d'elle la liberté de les employer comme il nous plaît; notre volonté est une force qui commande à toutes les autres forces, lorsque nous la dirigeons avec intelligence. Ne sommes-nous pas venus à bout de créer à notre usage l'élément du feu qu'elle nous avoit caché? ne l'avons-nous pas tiré des rayons qu'elle ne nous envoyoit

que pour nous éclairer? n'avons-nous pas, par ce même élément, trouvé le moyen d'abréger le temps en divisant les corps par une fusion aussi prompte que leur division seroit lente par tout autre moyen? &c.

Mais cela ne doit pas nous faire perdre de vue que la nature ne puisse faire & ne fasse réellement, par le moyen de l'eau, tout ce que nous faisons par celui du feu. Pour le voir clairement, il faut considérer que la décomposition de toute substance ne pouvant se faire que par la division, plus cette division sera grande, & plus la décomposition sera complète; le feu semble diviser autant qu'il est possible les matieres qu'il met en fusion; cependant on peut douter si celles que l'eau & les acides tiennent en dissolution ne sont pas encore plus divisées: & les vapeurs que la chaleur élève ne contiennent-elles pas des matieres encore plus atténuées? Il se fait donc dans l'intérieur de la terre, au moyen de la chaleur qu'elle renferme & de l'eau qui s'y insinue, une infinité de sublimations, de distillations, de cristallisations, d'agrégations, de disjonctions de toute espèce. Toutes les substances peuvent être avec le temps composées & décomposées par ces moyens; l'eau peut les diviser & en atténuer les parties autant & plus que le feu lorsqu'il les fond; & ces parties atténuées, divisées à ce point, se joindront, se réuniront de la même maniere que celles du métal fondu se réunissent en se refroidissant. Pour nous faire mieux entendre, arrêtons-nous un instant sur la cristallisation;

cet effet dont les ſels nous ont donné l'idée, ne s'opere jamais que quand une ſubſtance étant dégagée de toute autre ſubſtance, ſe trouve très diviſée & ſoutenue par un fluide qui, n'ayant avec elle que peu ou point d'affinité, lui permet de ſe réunir & de former, en vertu de ſa force d'attraction, des maſſes d'une figure à-peu-près ſemblable à la figure de ſes parties primitives; cette opération qui ſuppoſe toutes les circonſtances que je viens d'énoncer, peut ſe faire par l'intermède du feu auſſi-bien que par celui de l'eau, & ſe fait très ſouvent par le concours des deux, parce que tout cela ne ſuppoſe ou n'exige qu'une diviſion aſſez grande de la matiere, pour que ſes parties primitives puiſſent, pour ainſi dire, ſe trier & former, en ſe réuniſſant, des corps figurés comme elles: or le feu peut, tout auſſi-bien & mieux qu'aucun autre diſſolvant, amener pluſieurs ſubſtances à cet état; & l'obſervation nous le démontre dans les régules, dans les amiantes, les baſaltes, & autres productions du feu dont les figures ſont régulieres, & qui toutes doivent être regardées comme de vraies criſtalliſations.

Et ce degré de grande diviſion, néceſſaire à la criſtalliſation, n'eſt pas encore celui de la plus grande diviſion poſſible ni réelle, puiſque dans cet état les petites parties de la matiere ſont encore aſſez groſſes pour conſtituer une maſſe qui, comme toutes les autres maſſes, n'obéit qu'à la ſeule force attractive, & dont les volumes ne ſe touchant que par des points, ne peuvent ac-

quérir la force répulsive qu'une beaucoup plus grande division ne manqueroit pas d'opérer par un contact plus immédiat ; & c'est aussi ce que l'on voit arriver dans les effervescences, où tout d'un coup la chaleur & la lumiere sont produites par le mélange de deux liqueurs froides. Ce degré de division de la matiere est ici fort au-dessus du degré nécessaire à la cristallisation, & l'opération s'en fait aussi rapidement que l'autre s'exécute avec lenteur.

La lumiere, la chaleur, le feu, l'air, l'eau, les sels, sont les degrés par lesquels nous venons de descendre du haut de l'échelle de la Nature à sa base qui est la terre fixe. Et ce sont en même temps les seuls principes que l'on doive admettre & combiner pour l'explication de tous les phénomènes. Ces principes sont réels, indépendans de toute hypothèse & de toute méthode ; leur conversion, leur transformation, est tout aussi réelle, puisqu'elle est démontrée par l'expérience. Il en est de même de l'élément de la terre, il peut se convertir en se volatilisant, & prendre la forme des autres élémens, comme ceux-ci prennent la sienne en se fixant. Mais de la même maniere que les parties primitives du feu, de l'air ou de l'eau ne formeront jamais seules des corps ou des masses qu'on puisse regarder comme du feu, de l'air ou de l'eau purs ; de même il me paroît très inutile de chercher dans les matieres terrestres une substance de terre pure : la fixité, l'homogénéité, l'éclat transparent du diamant, a

ébloui les yeux de nos Chimistes lorsqu'ils ont donné cette pierre pour la terre élémentaire & pure ; on pourroit dire avec autant & aussi peu de fondement, que c'est au contraire de l'eau pure dont toutes les parties se sont fixées pour composer une substance solide diaphane comme elle ; ces idées n'auroient pas été mises en avant si l'on eût pensé que l'élément terreux n'a pas plus le privilège de la simplicité absolue que les autres élémens ; que même comme il est le plus fixe de tous, & par conséquent le plus constamment passif, il reçoit comme base toutes les impressions des autres, il les attire, les admet dans son sein, s'unit, s'incorpore avec eux, les suit & se laisse entraîner par leur mouvement ; & par conséquent il n'est ni plus simple ni moins convertible que les autres. Ce ne sont jamais que les grandes masses qu'il faut considérer lorsqu'on veut définir la Nature : les quatre élémens ont été bien saisis par les Philosophes même les plus anciens ; le soleil, l'atmosphere, la mer & la terre sont les grandes masses sur lesquelles ils les ont établis ; s'il existoit un astre de phlogistique, un atmosphere d'alkali, un océan d'acide & des montagnes de diamant, on pourroit alors les regarder comme les principes généraux & réels de tous les corps ; mais ce ne sont au contraire que des substances particulieres produites comme toutes les autres par la combinaison des véritables élémens.

Dans la grande masse de matiere solide qui nous représente l'élément de la terre,

la couche ſuperficielle eſt la terre la moins pure : toutes les matieres dépoſées par la mer en forme de ſédiment, toutes les pierres produites par les animaux à coquilles, toutes les ſubſtances compoſées par la combinaiſon des détrimens du règne animal & végétal ; toutes celles qui ont été altérées par le feu des volcans, ou ſublimées par la chaleur intérieure du globe, ſont des ſubſtances mixtes & transformées ; & quoiqu'elles compoſent de très grandes maſſes, elles ne nous repréſentent pas aſſez purement l'élément de la terre ; ce ſont les matieres vitrifiables dont la maſſe eſt mille & cent mille fois plus conſidérable que celles de toutes ces autres ſubſtances, qui doivent être regardées comme le vrai fond de cet élément ; ce ſont en même temps celles qui ſont compoſées de la terre la plus fixe, celles qui ſont les plus anciennes, & cependant les moins altérées ; c'eſt de ce fond commun dont toutes les autres ſubſtances ont tiré la baſe de leur ſolidité : car toute matiere fixe, décompoſée autant qu'elle peut l'être, ſe réduit ultérieurement en verre par la ſeule action du feu ; elle reprend ſa premiere nature lorſqu'on la dégage des matieres fluides ou volatiles qui s'y étoient unies ; & ce verre ou matiere vitrée qui compoſe la maſſe de notre globe, repréſente d'autant mieux l'élément de la terre, qu'il n'a ni couleur, ni odeur, ni ſaveur, ni liquidité, ni fluidité ; qualités qui toutes proviennent des autres élémens ou leur appartiennent.

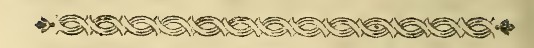
Si le verre n'eſt pas préciſément l'élément de la terre, il en eſt au moins la ſubſtance la plus ancienne ; les métaux ſont plus récens & moins nobles ; la plupart des autres minéraux ſe forment ſous nos yeux ; la Nature ne produit plus de verre que dans les foyers particuliers de ſes volcans, tandis que tous les jours elle forme d'autres ſubſtances par la combinaiſon du verre avec les autres élémens. Si nous voulons nous former une idée juſte de ſes procédés dans la formation du globe, qui nous démontre qu'il a été fondu, liquéfié par le feu ; conſidérer enſuite que de ce degré immenſe de chaleur il a paſſé ſucceſſivement au degré de ſa chaleur actuelle ; que dans les premiers momens où ſa ſurface a commencé de prendre de la conſiſtance, il a dû s'y former des inégalités, telles que nous en voyons ſur la ſurface des matieres fondues & refroidies ; que les plus hautes montagnes toutes compoſées de matieres vitrifiables, exiſtent & datent de ce moment, qui eſt auſſi celui de la ſéparation des grandes maſſes de l'air, de l'eau & de la terre ; qu'enſuite pendant le long eſpace de temps que ſuppoſe le refroidiſſement, ou ſi l'on veut, la diminution de la chaleur du globe au point de la température actuelle, il s'eſt fait dans ces mêmes montagnes, qui étoient les parties les plus expoſées à l'action des cauſes extérieures, une infinité de fuſions, de ſublimations, d'agrégations & de transformations de toute eſpèce par le feu de la terre combiné avec la chaleur du ſoleil & toutes les autres cauſes que cette grande

chaleur rendoit plus actives qu'elles ne le sont aujourd'hui ; que par conséquent on doit rapporter à cette date la formation des métaux & des minéraux que nous trouvons en grandes masses & en filons épais & continus. Le feu violent de la terre embrasée après avoir élevé & réduit en vapeurs tout ce qui étoit volatil, après avoir chassé de son intérieur les matières qui composent l'atmosphere & les mers, a dû sublimer en même temps, toutes les parties les moins fixes de la terre, les élever & les déposer dans tous les espaces vides, dans toutes les fentes qui se formoient à la surface à mesure qu'elle se refroidissoit. Voilà l'origine & la gradation du gissement & de la formation des matieres vitrifiables, qui toutes forment le noyau des plus grandes montagnes & renferment dans leurs fentes toutes les mines des métaux & des autres matieres que le feu a pu diviser, fondre & sublimer. Après ce premier établissement encore subsistant des matieres vitrifiables & des minéraux en grande masse qu'on ne peut attribuer qu'à l'action du feu, l'eau qui jusqu'alors ne formoit avec l'air qu'un vaste volume de vapeurs, commença de prendre son état actuel dès que la superficie du globe fut assez refroidie pour ne la plus repousser & dissiper en vapeurs ; elle se rassembla donc & couvrit la plus grande partie de la surface terrestre, sur laquelle se trouvant agitée par un mouvement continuel de flux & de reflux, par l'action des vents, par celle de la chaleur,

elle commença d'agir ſur les ouvrages du feu, elle altéra peu-à-peu la ſuperficie des matieres vitrifiables, elle en tranſporta les débris, les dépoſa en forme de ſédimens, elle put nourrir les animaux à coquilles, elle ramaſſa leurs dépouilles, produiſit les pierres calcaires, en forma des collines & des montagnes, qui ſe deſſechant enſuite reçurent dans leurs fentes toutes les matieres minérales qu'elle pouvoit diſſoudre ou charier.

Pour établir une théorie générale ſur la formation des minéraux, il faut donc commencer par diſtinguer avec la plus grande attention, 1°. ceux qui ont été produits par le feu primitif de la terre lorſqu'elle étoit encore brûlante de chaleur ; 2°. ceux qui ont été formés du détriment des premiers par le moyen de l'eau, & 3°. ceux qui dans les volcans ou dans d'autres incendies poſtérieurs au feu primitif, ont une ſeconde fois ſubi l'épreuve d'une violente chaleur. Ces trois objets ſont très diſtincts & comprennent tout le règne minéral ; en ne les perdant pas de vue & y rapportant chaque ſubſtance minérale, on ne pourra guere ſe tromper ſur ſon origine & même ſur les degrés de ſa formation. Toutes les mines que l'on trouve en maſſes ou gros filons dans nos hautes montagnes, doivent ſe rapporter à la ſublimation du feu primitif : toutes celles au contraire que l'on trouve en petites ramifications, en filets, en végétations, n'ont été formées que du détriment des premieres, entraîné par la ſtillation des eaux. On le voit évidemment en comparant

rant, par exemple, la matiere des mines de fer de Suède avec celles de nos mines de fer en grains; celle-ci ſont l'ouvrage immédiat de l'eau, & nous les voyons ſe former ſous nos yeux, elles ne ſont point attirables par l'aimant, elles ne contiennent point de ſouffre, & ne ſe trouvent que diſperſées dans les terres; les autres ſont toutes plus ou moins ſulfureuſes, toutes attirables par l'aimant, ce qui ſeul ſuppoſe qu'elles ont ſubi l'action du feu; elles ſont diſpoſées en grandes maſſes dures & ſolides, leur ſubſtance eſt mêlée d'une grande quantité d'asbeſte, autre indice de l'action du feu. Il en eſt de même des autres métaux, leur ancien fonds vient du feu, & toutes leurs grandes maſſes ont été réunies par ſon action; mais toutes leurs criſtalliſations, végétations, granulations, &c, ſont dues à des cauſes ſecondaires où l'eau a la plus grande part. Je borne ici mes réflexions ſur la converſion des élémens, parce que ce ſeroit anticiper ſur celles qu'exige en particulier chaque ſubſtance minérale, & qu'elles ſeront mieux placées dans les articles de l'Hiſtoire Naturelle des minéraux.



RÉFLEXIONS

Sur la loi de l'Attraction.

LE mouvement des planètes dans leurs orbites, est un mouvement composé de deux forces: la premiere est une force de projection dont l'effet s'exerceroit dans la tangente de l'orbite, si l'effet continu de la seconde cessoit un instant; cette seconde force tend vers le Soleil, & par son effet précipiteroit les Planètes vers le Soleil, si la premiere force venoit à son tour à cesser un seul instant.

La premiere de ces forces peut être regardée comme une impulsion dont l'effet est uniforme & constant, & qui a été communiquée aux Planètes dès la formation du système planétaire : la seconde peut être considérée comme une attraction vers le Soleil, & se doit mesurer comme toutes les qualités qui partent d'un centre, par la raison inverse du quarré de la distance, comme en effet on mesure les quantités de lumiere, d'odeur, &c, & toutes les autres quantités ou qualités qui se propagent en ligne droite & se rapportent à un centre. Or il est certain que l'attraction se propage en ligne droite, puisqu'il n'y a rien de plus droit qu'un fil à-plomb, & que tombant perpen-

diculairement à la surface de la Terre, il tend directement au centre de la force, & ne s'éloigne que très peu de la direction du rayon au centre. Donc on peut dire que la loi de l'attraction doit être la raison inverse du quarré de la distance, uniquement parce qu'elle part d'un centre ou qu'elle y tend, ce qui revient au même.

Mais comme ce raisonnement préliminaire, quelque bien fondé que je le croie, pourroit être contredit par les gens qui font peu de cas de la force des analogies, & qui ne sont accoutumés à se rendre qu'à des démonstrations mathématiques; Newton a cru qu'il valoit beaucoup mieux établir la loi de l'attraction par les phénomènes mêmes que par toute autre voie; & il a en effet démontré géométriquement, que si plusieurs corps se meuvent dans des cercles concentriques, & que les quarrés des temps de leurs révolutions soient comme les cubes de leurs distances à leur centre commun, les forces centripètes de ces corps sont réciproquement comme les quarrés des distances; & que si les corps se meuvent dans des orbites peu différentes d'un cercle, ces forces sont aussi réciproquement comme les quarrés des distances, pourvu que les apsides de ces orbites soient immobiles. Ainsi les forces par lesquelles les Planètes tendent aux centres ou aux foyers de leurs orbites, suivent en effet la loi du quarré de la distance; & la gravitation étant générale & universelle, la loi de cette gravitation est constamment celle de la raison inverse du

quarré de la diſtance ; & je ne crois pas que perſonne doute de la loi de Képler, & qu'on puiſſe nier que cela ne ſoit ainſi pour Mercure, pour Vénus, pour la Terre, pour Mars, pour Jupiter & pour Saturne, ſurtout en les conſidérant à part & comme ne pouvant ſe troubler les uns les autres, & en ne faiſant attention qu'à leur mouvement autour du Soleil.

Toutes les fois donc qu'on ne conſidérera qu'une planète ou qu'un ſatellite ſe mouvant dans ſon orbite autour du Soleil ou d'une autre Planète, ou qu'on n'aura que deux corps tous deux en mouvement, ou dont l'un eſt en repos & l'autre en mouvement, on pourra aſſurer que la loi de l'attraction ſuit exactement la raiſon inverſe du quarré de la diſtance; puiſque par toutes les obſervations la loi de Képler ſe trouve vraie, tant pour les planètes principales, que pour les ſatellites de Jupiter & de Saturne. Cependant on pourroit dès ici faire une objection tirée des mouvemens de la Lune, qui ſont irréguliers au point que M. Halley l'appelle *Sidus contumax*, & principalement du mouvement de ſes apſides, qui ne ſont pas immobiles comme le demande la ſuppoſition géométrique, ſur laquelle eſt fondé le réſultat qu'on a trouvé de la raiſon inverſe du quarré de la diſtance pour la meſure de la force d'attraction dans les planétes.

A cela il y a pluſieurs manieres de répondre : d'abord on pourroit dire que la loi s'obſervant généralement dans toutes les autres Planètes avec exactitude, un ſeul phé-

nomène où cette même exactitude ne se trouve pas, ne doit pas détruire cette loi ; on peut le regarder comme une exception dont on doit chercher la raison particuliere. En second lieu, on pourroit répondre, comme l'a fait M. Cotes, que quand même on accorderoit que la loi d'attraction n'est pas exactement dans ce cas en raison inverse du quarré de la distance, & que cette raison est un peu plus grande, cette différence peut s'estimer par le calcul, & qu'on trouvera qu'elle est presque insensible, puisque la raison de la force centripète de la Lune, qui de toutes est celle qui doit être la plus troublée, approche soixante fois plus près de la raison du quarré que de la raison du cube de la distance : *Responderi potest etiamsi concedamus hunc motum tardissimum exindè profectum quòd vis centripetæ proportio aberret aliquantulum à duplicatâ, aberrationem illam per computum mathematicum inveniri posse, & planè insensibilem esse ; ista enim ratio vis centripetæ Lunaris quæ omnium maximè turbari debet, paululùm quidem duplicatam superabit ; ad hanc verò sexaginta ferè vicibus propiùs accedet quàm ad triplicatam. Sed verior erit responsio, &c.* Editoris præf. in edit. 2am Newton. *Auctore Roger Cotes.*

Et en troisième lieu, on doit répondre plus positivement que ce mouvement des apsides ne vient point de ce que la loi d'attraction est un peu plus grande que dans la raison inverse du quarré de la distance, mais de ce qu'en effet le Soleil agit sur la Lune par une force d'attraction qui doit troubler son mouvement & produire celui

des apſides, & que par conſéquent cela ſeul pourroit bien être la cauſe qui empêche la Lune de ſuivre exactement la règle de Képler. Newton a calculé dans cette vue les effets de cette force perturbatrice, & il a tiré de ſa théorie les équations & les autres mouvemens de la Lune, avec une telle préciſion, qu'ils répondent très exactement & à quelques ſecondes près, aux obſervations faites par les meilleurs Aſtronomes; mais pour ne parler que du mouvement des apſides, il fait ſentir dès la XLVme propoſition du premier Livre, que la progreſſion de l'apogée de la Lune vient de l'action du Soleil; en ſorte que juſqu'ici tout s'accorde, & ſa théorie ſe trouve auſſi vraie & auſſi exacte dans tous les cas les plus compliqués comme dans ceux qui le ſont le moins.

Cependant un de nos grands Géomètres a prétendu (*c*) que la quantité abſolue du mouvement de l'apogée ne pouvoit pas ſe tirer de la théorie de la gravitation, telle qu'elle eſt établie par Newton, parce qu'en employant les loix de cette théorie, on trouve que ce mouvement ne devroit s'achever qu'en dix-huit ans, au lieu qu'il s'achève en neuf ans. Malgré l'autorité de cet habile Mathématicien & les raiſons qu'il a données pour ſoutenir ſon opinion, j'ai toujours été convaincu, comme je le ſuis en-

(*c*) M. Clairaut. *Voyez* les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1745.

core aujourd'hui, que la théorie de Newton s'accorde avec les obſervations : je n'entreprendrai pas ici de faire l'examen qui ſeroit néceſſaire pour prouver qu'il n'eſt pas tombé dans l'erreur qu'on lui reproche ; je trouve qu'il eſt plus court d'aſſurer la loi de l'attraction telle qu'elle eſt, & de faire voir que la loi que M. Clairaut a voulu ſubſtituer à celle de Newton, n'eſt qu'une ſuppoſition qui implique contradiction.

Car admettons pour un inſtant ce que M. Clairaut prétend avoir démontré, que par la théorie de l'attraction mutuelle, le mouvement des apſides devroit ſe faire en dix-huit ans, au lieu de ſe faire en neuf ans, & ſouvenons-nous en même temps qu'à l'exception de ce phénomène tous les autres, quelque compliqués qu'ils ſoient, s'accordent dans cette même théorie très exactement avec les obſervations ; à en juger d'abord par les probabilités, cette théorie doit ſubſiſter puiſqu'il y a un nombre très conſidérable de choſes où elle s'accorde parfaitement avec la Nature, qu'il n'y a qu'un ſeul cas où elle en differe, & qu'il eſt fort aiſé de ſe tromper dans l'énumération des cauſes d'un ſeul phénomène particulier ; il me paroît donc que la premiere idée qui doit ſe préſenter, eſt qu'il faut chercher la raiſon particuliere de ce phénomène ſingulier, & il me ſemble qu'on pourroit en imaginer quelqu'une : par exemple, ſi la force magnétique de la Terre pouvoit, comme le dit Newton, entrer dans le calcul, on trouveroit peut-être qu'elle influe ſur

le mouvement de la Lune, & qu'elle pourroit produire cette accélération dans le mouvement de l'apogée, & c'eſt dans ce cas où en effet il faudroit employer deux termes pour exprimer la meſure des forces qui produiſent le mouvement de la Lune. Le premier terme de l'expreſſion ſeroit toujours celui de la loi de l'attraction univerſelle, c'eſt-à-dire, la raiſon inverſe & exacte du quarré de la diſtance, & le ſecond terme repréſenteroit la meſure de la force magnétique.

Cette ſuppoſition eſt ſans doute mieux fondée que celle de M. Clairaut, qui me paroît beaucoup plus hypothétique, & ſujette d'ailleurs à des difficultés invincibles: exprimer la loi d'attraction par deux ou pluſieurs termes, ajouter à la raiſon inverſe du quarré de la diſtance une fraction du quarré-quarré, au lieu de $\frac{1}{xx}$ mettre $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx4}$ me paroît n'être autre choſe que d'ajuſter une expreſſion de telle façon qu'elle correſponde à tous les cas; ce n'eſt plus une loi phyſique que cette expreſſion repréſente, car en ſe permettant une fois de mettre un ſecond, un troiſième, un quatrième terme, &c. on pourroit trouver une expreſſion qui, dans toutes les loix d'attraction, repréſenteroit les cas dont il s'agit, en l'ajuſtant en même temps aux mouvemens de l'apogée de la lune & aux autres phénomènes; & par conſéquent cette ſuppoſition, ſi elle étoit admiſe, non-ſeulement anéantiroit la loi de

l'attraction en raiſon inverſe du quarré de la diſtance, mais même donneroit entrée à toutes les loix poſſibles & imaginables : une loi en phyſique n'eſt loi que parce que ſa meſure eſt ſimple, & que l'échelle qui la repréſente eſt non-ſeulement toujours la même, mais encore qu'elle eſt unique, & qu'elle ne peut être repréſentée par une autre échelle : or, toutes les fois que l'échelle d'une loi ne ſera pas repréſentée par un ſeul terme, cette ſimplicité & cette unité d'échelle, qui fait l'eſſence de la loi, ne ſubſiſte plus, & par conſéquent il n'y a plus aucune loi phyſique.

Comme ce dernier raiſonnement pourroit paroître n'être que de la métaphyſique, & qu'il y a peu de gens qui la ſachent apprécier, je vais tâcher de le rendre ſenſible en m'expliquant davantage. Je dis donc que toutes les fois qu'on voudra établir une loi ſur l'augmentation ou la diminution d'une qualité ou d'une quantité phyſique, on eſt ſtrictement aſſujetti à n'employer qu'un terme pour exprimer cette loi : ce terme eſt la repréſentation de la meſure qui doit varier, comme en effet la quantité à meſurer varie ; en ſorte que ſi la quantité, n'étant d'abord qu'un pouce, devient enſuite un pied, une aune, une toiſe, une lieue, &c. le terme qui l'exprime devient ſucceſſivement toutes ces choſes, ou plutôt les repréſente dans le même ordre de grandeur ; & il en eſt de même de toutes les autres raiſons dans leſquelles une quantité peut varier.

De quelque façon que nous puiſſions donc ſuppoſer qu'une qualité phyſique puiſſe varier, comme cette qualité eſt une, ſa variation ſera ſimple & toujours exprimable par un ſeul terme qui en ſera la meſure; & dès qu'on voudra employer deux termes, on détruira l'unité de la qualité phyſique, parce que ces deux termes repréſenteront deux variations différentes dans la même qualité, c'eſt-à-dire, deux qualités au lieu d'une: deux termes ſont en effet deux meſures, toutes deux variables & inégalement variables, & dès-lors elles ne peuvent être appliquées à un ſujet ſimple, à une ſeule qualité; & ſi on admet deux termes pour repréſenter l'effet de la force centrale d'un aſtre, il eſt néceſſaire d'avouer qu'au lieu d'une force il y en a deux, dont l'une ſera relative au premier terme, & l'autre relative au ſecond terme; d'où l'on voit évidemment qu'il faut dans le cas préſent que M. Clairaut admette néceſſairement une autre force différente de l'attraction, s'il employe deux termes pour repréſenter l'effet total de la force centrale d'une planète.

Je ne ſais pas comment on peut imaginer qu'une loi phyſique, telle qu'eſt celle de l'attraction, puiſſe être exprimée par deux termes par rapport aux diſtances; car s'il y avoit, par exemple, une maſſe *M* dont la vertu attractive fût exprimée par $\frac{aa}{xx} + \frac{b}{x^4}$, n'en réſulteroit-il pas le même effet que ſi cette maſſe étoit compoſée de deux matieres

différentes, comme, par exemple, de $\frac{1}{2}$ *M*, dont la loi d'attraction fût exprimée par $\frac{2aa}{xx}$ & de $\frac{1}{2}$ *M*, dont l'attraction fût $\frac{2b}{x^4}$? cela me paroît absurde.

Mais indépendamment de ces impossibilités qu'implique la supposition de M Clairaut, qui détruit aussi l'unité de loi sur laquelle est fondée la vérité & la belle simplicité du système du monde, cette supposition souffre bien d'autres difficultés que M. Clairaut devoit, ce me semble, se proposer avant que de l'admettre, & commencer au moins par examiner d'abord toutes les causes particulieres qui pourroient produire le même effet. Je sens que si j'eusse résolu comme M. Clairaut le problème des trois corps, & que j'eusse trouvé que la théorie de la gravitation ne donne en effet que la moitié du mouvement de l'apogée, je n'en aurois pas tiré la conclusion qu'il en tire contre la loi de l'attraction; aussi est-ce cette conclusion que je contredis, & à laquelle je ne crois pas qu'on soit obligé de souscrire, quand même M. Clairaut auroit pu démontrer l'insuffisance de toutes les autres causes particulieres.

Newton dit, *page 547, tome III: In his computationibus attractionem magneticam terræ non consideravi, cujus itaque quantitas perparva est & ignoratur; si quando verò hæc attractio investigari poterit, & mensura graduum in meridiano, ac longitudines pendulorum isochronorum in diversis pa-*

rallelis, legeſque motuum maris & parallaxis Lunæ cum diametris apparentibus Solis & Lunæ ex phœnomenis accuratiùs determinatæ fuerint, licebit calculum hunc omnem accuratiùs repetere. Ce paſſage ne prouve-t-il pas bien clairement que Newton n'a pas prétendu avoir fait l'énumération de toutes les cauſes particulieres, & n'indique-t-il pas en effet que ſi on trouve quelques différences avec ſa théorie & les obſervations, cela peut venir de la force magnétique de la Terre, ou de quelque autre cauſe ſecondaire; & par conſéquent ſi le mouvement des apſides ne s'accorde pas auſſi exactement avec ſa théorie que le reſte, faudra-t-il pour cela ruiner ſa théorie par le fondement, en changeant la loi générale de la gravitation? ou plutôt ne faudra-t-il pas attribuer à d'autres cauſes cette différence qui ne ſe trouve que dans ce ſeul phénomène? M. Clairaut a propoſé une difficulté contre le ſyſtème de Newton, mais ce n'eſt tout au plus qu'une difficulté qui ne doit ni ne peut devenir un principe: il faut chercher à la réſoudre, & non pas en faire une théorie dont toutes les conſéquences ne ſont appuyées que ſur un calcul; car, comme je l'ai dit, on peut tout repréſenter avec un calcul, & on ne réaliſe rien; & ſi on ſe permet de mettre un ou pluſieurs termes à la ſuite de l'expreſſion d'une loi phyſique, comme l'eſt celle de l'attraction, on ne nous donne plus que de l'arbitraire au lieu de nous repréſenter la réalité.

Au reſte, il me ſuffit d'avoir établi les raiſons qui me font rejeter la ſuppoſition de M. Clairaut, celles que j'ai de croire que,

bien loin qu'il ait pu donner atteinte à la loi de l'attraction, & renverser l'astronomie physique, elle me paroît au contraire demeurer dans toute sa vigueur, & avoir des forces pour aller encore bien loin, & cela sans que je prétende avoir dit, à beaucoup près, tout ce qu'on peut dire sur cette matiere, à laquelle je desirerois qu'on donnât sans prévention toute l'attention qu'il faut pour la bien juger.

ADDITION.

Je me suis borné à démontrer que la loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut être exprimée que par un terme, & non pas deux ou plusieurs termes; que par conséquent l'expression que M. Clairaut a voulu substituer à la loi du quarré des distances, n'est qu'une supposition qui renferme une contradiction, c'est-là le seul point auquel je me suis attaché; mais comme il paroît par sa réponse qu'il ne m'a pas assez entendu (*d*), je vais tâcher de rendre mes raisons plus intelligibles en les traduisant en calcul: ce sera la seule réplique que je ferai à sa réponse.

La loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes.

Ire DÉMONSTRATION.

SUPPOSONS que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ représente l'effet de cette force par rapport à la distance x,

(*d*) Voyez *les Mémoires de l'Acad. des Sciences, année 1745, pages 493, 529, 551, 577 & 580.*

ou, ce qui revient au même, supposons que $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$ qui représente la force accélératrice, soit égale à une quantité donnée *A* pour une certaine distance; en résolvant cette équation, la racine x sera ou imaginaire, ou bien elle ira aux deux valeurs différentes: donc à différentes distances l'attraction seroit la même, ce qui est absurde: donc la loi de l'attraction, par rapport à la distance, ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

IIe DÉMONSTRATION.

La même expression $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4}$, si x devient très grand, pourra se réduire à $\frac{1}{x^2}$, & si x devient très petit, elle se réduira à $\pm \frac{1}{x^4}$ de sorte que si $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^2}$ l'exposant n doit être un nombre compris entre 2 & 4: cependant ce même exposant n doit nécessairement renfermer x, puisque la quantité d'attraction doit, de façon ou d'autre, être mesurée par la distance; cette expression prendra donc alors une forme comme $\frac{1}{x^2} \pm \frac{1}{x^4} = \frac{1}{x^n}$ ou $= \frac{1}{x^{+r}}$; donc une quantité qui doit être nécessairement un nombre compris entre 2

& 4, pourroit cependant devenir infinie, ce qui eſt abſurde; donc l'attraction ne peut pas être exprimée par deux termes. *Ce qu'il falloit démontrer.*

On voit que les démonſtrations ſeroient les mêmes contre toutes les expreſſions poſſibles qui ſeroient compoſées de pluſieurs termes; donc la loi d'attraction ne peut être exprimée que par un ſeul terme.

Seconde Addition.

Je ne voulois rien ajouter à ce que j'ai dit au ſujet de la loi de l'attraction, ni faire aucune réponſe au nouvel écrit de M. Clairaut (*e*) : mais comme je crois qu'il eſt utile pour les Sciences, d'établir d'une maniere certaine la propoſition que j'ai avancée, ſavoir, que la loi de l'attraction, & même toute autre loi phyſique, ne peut jamais être exprimée que par un ſeul terme, & qu'une nouvelle vérité de cette eſpéce peut prévenir un grand nombre d'erreurs & de fauſſes applications dans les Sciences Phyſico-mathématiques, j'ai cherché pluſieurs moyens de la démontrer.

On a vu dans mon Mémoire les raiſons métaphyſiques par leſquelles j'établis que la meſure d'une qualité phyſique & générale dans la Nature eſt toujours ſimple; que la loi qui repréſente cette meſure, ne peut

(*e*) *Voyez* les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1745, pages 577 & 578.

donc jamais être composée ; qu'elle n'est réellement que l'expression de l'effet simple d'une qualité simple ; que l'on ne peut donc exprimer cette loi par deux termes, parce qu'une qualité qui est une, ne peut jamais avoir deux mesures. Ensuite, *dans l'addition à ce Mémoire*, j'ai prouvé démonstrativement cette même vérité par la réduction à l'absurde & par le calcul ; ma démonstration est vraie, car il est certain en général, que si l'on exprime la loi de l'attraction par une fonction de la distance, & que cette fonction soit composée de deux ou plusieurs termes, comme $\frac{1}{x^m} \pm \frac{1}{x^n} \pm \frac{1}{x^r}$, &c. & que l'on égale cette fonction à une quantité constante *A* pour une certaine distance, il est certain, dis-je, qu'en résolvant cette équation, la racine x aura des valeurs imaginaires dans tous les cas, & aussi des valeurs réelles, différentes dans presque tous les cas, & que ce n'est que dans quelques cas, comme dans celui de $\frac{1}{x^2} + \frac{1}{x^4} = A$, où il y aura deux racines réelles égales, dont l'une sera positive & l'autre négative ; cette exception particuliere ne détruit donc pas la vérité de ma démonstration, qui est pour une fonction quelconque ; car si en général l'expression de la loi d'attraction est $\frac{1}{xx} + mx^n$, l'exposant n ne peut pas être négatif & plus grand que 2, puisqu'alors la pesanteur de-

viendroit infinie dans le point de contact; l'expofant n eft donc néceffairement pofitif, & le coëfficient m doit être négatif pour faire avancer l'apogée de la Lune; par conféquent le cas particulier $\frac{1}{xx} + \frac{1}{x^4}$ ne peut jamais repréfenter la loi de la pefanteur: & fi on fe permet une fois d'exprimer cette loi par une fonction de deux termes, pourquoi le fecond de ces termes feroit-il néceffairement pofitif? il y a, comme l'on voit, beaucoup de raifons pour que cela ne foit pas, & aucune raifon pour que cela foit.

Dès le temps que M. Clairaut propofa pour la premiere fois de changer la loi de l'attraction & d'y ajouter un terme, j'avois fenti l'abfurdité qui réfultoit de cette fuppofition, & j'avois fait mes efforts pour la faire fentir aux autres; mais j'ai depuis trouvé une nouvelle maniere de la démontrer, qui ne laiffera, à ce que j'efpère, aucun doute fur ce fujet important: voici mon raifonnement que j'ai abrégé autant qu'il m'a été poffible.

Si la loi de l'attraction, ou telle autre loi phyfique que l'on voudra, pouvoit être exprimée par deux ou plufieurs termes, le premier terme étant, par exemple, $\frac{1}{xx}$, il feroit néceffaire que le fecond terme eût un coëfficient indéterminé, & qu'il fût, par exemple, $\frac{1}{mx^4}$; & de même fi cette loi étoit

exprimée par trois termes, il y auroit deux coëfficiens indéterminés, l'un au second, & l'autre au troisième terme, &c: dès-lors cette loi d'attraction qui seroit exprimée par deux termes $\frac{1}{xx} + \frac{1}{mx^4}$, renfermeroit donc une quantité *m* qui entreroit nécessairement dans la mesure de la force.

Or je demande ce que c'est que ce coëfficient *m*: il est clair qu'il ne dépend ni de la masse ni de la distance; que ni l'une ni l'autre ne peuvent jamais donner sa valeur; comment peut-on donc supposer qu'il y ait en effet une telle quantité physique? existe-t-il dans la Nature un coëfficient comme un 4, un 5, un 6, &c. & n'y a-t-il pas de l'absurdité à supposer qu'un nombre puisse exister réellement ou qu'un coëfficient puisse être une qualité essentielle à la matiere? il faudroit pour cela qu'il y eût dans la Nature des phénomènes purement numériques & du même genre que ce coëfficient *m*; sans cela il est impossible d'en déterminer la valeur, puisqu'une quantité quelconque ne peut jamais être mesurée que par une autre quantité de même genre; il faut donc que M. Clairaut commence par nous prouver que les nombres sont des êtres réels actuellement existans dans la Nature, ou que les coëfficiens sont des qualités physiques, s'il veut que nous convenions avec lui que la loi d'attraction, ou toute autre loi physique, puisse être exprimée par deux ou plusieurs termes.

Si l'on veut une démonſtration plus particuliere, je crois qu'on peut en donner une qui ſera à la portée de tout le monde, c'eſt que la loi de la raiſon inverſe du quarré de la diſtance convient également à une ſphère & à toutes les particules de matiere dont cette ſphère eſt compoſée. Le globe de la Terre exerce ſon attraction dans la raiſon inverſe du quarré de la diſtance; & toutes les particules de matiere dont ce globe eſt compoſé, exercent auſſi leur attraction dans cette même raiſon, comme Newton l'a démontré : mais ſi l'on exprime cette loi de l'attraction d'une ſphère par deux termes, la loi de l'attraction des particules qui compoſent cette ſphère, ne ſera point la même que celle de la ſphère; par conſéquent cette loi compoſée de deux termes, ne ſera pas générale, ou plutôt ne ſera jamais la loi de la Nature.

Les raiſons métaphyſiques, mathématiques & phyſiques s'accordent donc toutes à prouver que la loi de l'attraction ne peut être exprimée que par un ſeul terme, & jamais par deux ou pluſieurs termes : c'eſt la propoſition que j'ai avancée & que j'avois à démontrer.





INTRODUCTION

A L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

PARTIE EXPÉRIMENTALE.

DEPUIS vingt-cinq ans que j'ai jeté ſur le papier mes idées ſur la théorie de la Terre, & ſur la nature des matieres minérales dont le globe eſt principalement compoſé, j'ai eu la ſatisfaction de voir cette théorie confirmée par le témoignage unanime des Navigateurs, & par de nouvelles obſervations que j'ai eu ſoin de recueillir; il m'eſt auſſi venu dans ce long eſpace de temps quelques penſées neuves, dont j'ai cherché à conſtater la valeur & la réalité par des expériences : de nouveaux faits acquis par ces expériences; des rapports plus ou moins éloignés tirés de ces mêmes faits; des réflexions en conſéquence, le tout lié à mon ſyſtème général, & dirigé par une vue conſtante vers les grands objets de la Nature, voilà ce que je crois devoir préſenter aujourd'hui à mes Lecteurs; ſurtout à ceux qui m'ayant honoré de leur ſuffrage, aiment aſſez l'Hiſtoire naturelle, pour cher-

cher avec moi les moyens de l'étendre & de l'approfondir.

Je commencerai par la partie expérimentale de mon travail, parce que c'eſt ſur les réſultats de mes expériences que j'ai fondé tous mes raiſonnemens, & que les idées même les plus conjecturales & qui pourroient paroître trop haſardées, ne laiſſent pas d'y tenir par des rapports qui ſeront plus ou moins ſenſibles à des yeux plus ou moins attentifs, plus ou moins exercés, mais qui n'échapperont pas à l'eſprit de ceux qui ſavent évaluer la force des inductions, & apprécier la valeur des analogies.

Et comme il s'eſt écoulé bien des années depuis que j'ai commencé de publier mon ouvrage ſur l'Hiſtoire naturelle, & que le nombre des volumes s'eſt beaucoup augmenté, j'ai cru que pour ne pas rendre mon livre trop à charge au public, je devois m'interdire la liberté d'en donner une nouvelle édition corrigée & augmentée; auſſi dans le grand nombre de réimpreſſions qui ſe ſont faites de cet ouvrage, il n'y a pas eu un ſeul mot de changé. Pour ne pas rendre aujourd'hui toutes ces éditions ſuperflues, j'ai pris le parti de mettre en deux ou trois volumes de ſupplément, les corrections, additions, développemens & explications que j'ai jugé néceſſaires à l'intelligence des ſujets que j'ai traités. Ces ſupplémens contiendront beaucoup de choſes nouvelles & d'autres plus anciennes, dont quelques-unes ont été imprimées,

ſoit dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, ſoit ailleurs ; je les ai diviſés par parties relatives aux différens objets de l'hiſtoire de la Nature, & j'en ai formé pluſieurs Mémoires qui peuvent être lûs indépendamment les uns des autres, mais que j'ai ſeulement rapprochés ſelon l'ordre des matieres.





PREMIER MÉMOIRE.

Expériences sur les progrès de la chaleur dans les corps.

J'AI fait faire dix boulets de fer forgé & battu :

	pouces.
Le premier d'un demi-pouce de diamètre.	$\frac{1}{2}$
Le second d'un pouce..	1
Le troisième d'un pouce & demi	1 $\frac{1}{2}$
Le quatrième de deux pouces	2
Le cinquième de deux pouces & demi. .	2 $\frac{1}{2}$
Le sixième de trois pouces.	3
Le septième de trois pouces & demi. . .	3 $\frac{1}{2}$
Le huitième de quatre pouces	4
Le neuvième de quatre pouces & demi.	4 $\frac{1}{2}$
Le dixième de cinq pouces	5

Ce fer venoit de la forge de Chameçon près Châtillon-sur-Seine ; & comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge , leurs poids se sont trouvés à très peu près proportionnels aux volumes.

Le boulet d'un demi-pouce pesoit 190 grains, ou 2 gros 46 grains.

Le boulet d'un pouce pesoit 1522 grains , ou 2 onces 5 gros 10 grains,

Le boulet d'un pouce ½ pesoit 5136 grains ; ou 8 onces 7 gros 24 grains
Le boulet de deux pouces pesoit 12173 grains, ou 1 livre 5 onces 1 gros 5 grains.
Le boulet de deux pouces ½ pesoit 23781 grains, ou 2 livres 9 onces 2 gros 21 grains.
Le boulet de trois pouces pesoit 41085 grains, ou 4 livres 7 onces 2 gros 45 grains.
Le boulet de trois pouces ½ pesoit 65254 grains, ou 7 livres 1 once 2 gros 22 grains.
Le boulet de 4 pouces pesoit 97388 grains, ou 10 livres 9 onces 44 grains.
Le boulet de 4 pouces ½ pesoit 138179 grains, ou 14 livres 15 onces 7 gros 11 grains.
Le boulet de 5 pouces pesoit 190211 grains, ou 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains.

Tous ces poids ont été pris juste avec de très bonnes balances, en faisant limer peu-à-peu ceux des boulets qui se sont trouvés un peu trop forts.

Avant de rapporter les expériences j'observerai :

1°. Que pendant tout le temps qu'on les a faites, le thermomètre exposé à l'air libre étoit à la congélation ou à quelques degrés au-dessous (*a*); mais qu'on a laissé refroidir les boulets dans une cave où le thermomètre étoit à-peu-près à dix degrés au-dessus de la congélation, c'est-à-dire, au degré de la température des caves de l'Ob-

(*a*) Division de Reaumur.

servatoire ;

ſervatoire ; & c'eſt ce degré que je prends ici pour celui de la température actuelle de la Terre.

2°. J'ai cherché à ſaiſir deux inſtans dans le refroidiſſement, le premier où les boulets ceſſoient de brûler, c'eſt-à-dire, le moment où on pouvoit les toucher & les tenir avec la main pendant une ſeconde, ſans ſe brûler ; le ſecond temps de ce refroidiſſement étoit celui où les boulets ſe ſont trouvés refroidis juſqu'au point de la température actuelle, c'eſt-à-dire, à 10 degrés au-deſſus de la congélation. Et pour connoître le moment de ce refroidiſſement juſqu'à la température actuelle, on s'eſt ſervi d'autres boulets de comparaiſon de même matiere & de mêmes diamètres qui n'avoient pas été chauffés, & que l'on touchoit en même temps que ceux qui avoient été chauffés. Par cet attouchement immédiat & ſimultané de la main ou des deux mains ſur les deux boulets, on pouvoit juger aſſez bien du moment où ces boulets étoient également froids ; cette maniere ſimple eſt non-ſeulement plus aiſée que le thermomètre qu'il eût été difficile d'appliquer ici, mais elle eſt encore plus préciſe, parce qu'il ne s'agit que de juger de l'égalité & non pas de la proportion de la chaleur, & que nos ſens ſont meilleurs juges que les inſtrumens de tout ce qui eſt abſolument égal ou parfaitement ſemblable. Au reſte, il eſt plus aiſé de reconnoître l'inſtant où les boulets ceſſent de brûler que celui où ils ſe ſont refroidis à la tempéra-

ture actuelle, parce qu'une sensation vive est toujours plus précise qu'une sensation tempérée, attendu que la premiere nous affecte d'une maniere plus forte.

3°. Comme le plus ou le moins de poli ou de brut sur le même corps fait beaucoup à la sensation du toucher, & qu'un corps poli semble être plus froid s'il est froid, & plus chaud s'il est chaud, qu'un corps brut de même matiere, quoiqu'ils le soient tous deux également, j'ai eu soin que les boulets froids fussent bruts & semblables à ceux qui avoient été chauffés dont la surface étoit semée de petites éminences produites par l'action du feu.

EXPÉRIENCES.

I.

Le boulet d'un demi-pouce a été chauffé à blanc en 2 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 12 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 39 minutes.

II.

Le boulet d'un pouce a été chauffé à blanc en 5 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 35 minutes $\frac{1}{2}$.

Refroidi au point de la température actuelle en 1 heure 33 minutes.

III.

Le boulet d'un pouce & demi a été chauffé à blanc en 9 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 58 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 2 heures 25 minutes.

IV.

Le boulet de deux pouces a été chauffé à blanc en 13 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 1 heure 20 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 3 heures 16 minutes.

V.

Le boulet de deux pouces & demi a été chauffé à blanc en 16 minutes.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en une heure 42 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 4 heures 30 minutes.

VI.

Le boulet de trois pouces a été chauffé à blanc en 19 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'eſt refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 7 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 8 minutes.

VII.

Le boulet de trois pouces & demi a été chauffé à blanc en 23 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 2 heures 36 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 5 heures 56 minutes.

VIII.

Le boulet de quatre pouces a été chauffé à blanc en 27 minutes $\frac{1}{2}$.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 2 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 6 heures 55 minutes.

IX.

Le boulet de 4 pouces & demi a été chauffé à blanc en 31 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en trois heures 25 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 7 heures 46 minutes.

X.

Le boulet de 5 pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes.

Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 52 minutes.

Refroidi au point de la température actuelle en 8 heures 42 minutes.

La difference la plus conſtante que l'on puiſſe prendre entre chacun des termes qui expriment le temps du refroidiſſement, depuis l'inſtant où l'on tire les boulets du feu, juſqu'à celui où on peut les toucher ſans ſe brûler, ſe trouve être de vingt-quatre minutes; car en ſuppoſant chaque terme augmenté de vingt-quatre, on aura

12′, 36′, 60′, 84′, 108′, 132′, 156′, 180′, 204′, 228′.

Et la ſuite des temps réels de ces refroidiſſemens trouvés par les expériences précédentes, eſt

12′, 35′½, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205′, 232′.

Ce qui approche de la premiere autant que l'expérience peut approcher du calcul.

De même la différence la plus conſtante que l'on puiſſe prendre entre chacun des termes du refroidiſſement juſqu'à la température actuelle, ſe trouve être de 54 minutes; car en ſuppoſant chaque terme augmenté de 54, on aura

39′, 93′, 147′, 201′, 255′, 309′, 363′, 417′, 471′, 525′.

Et la ſuite des temps réels de ce refroidiſſement, trouvés par les expériences précédentes, eſt

39′, 93′, 145′, 196′, 248′, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

Ce qui approche auſſi beaucoup de la premiere ſuite ſuppoſée.

J'ai fait une ſeconde & une troiſième fois les mêmes expériences ſur les mêmes boulets; mais j'ai vu que je ne pouvois compter que

ſur les premieres, parce que je me ſuis apperçu qu'à chaque fois qu'on chauffoit les boulets, ils perdoient conſidérablement de leur poids; car

Le boulet d'un demi-pouce après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu environ la dix-huitième partie de ſon poids.

Le boulet d'un pouce après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu environ la ſeizième partie de ſon poids.

Le boulet d'un pouce & demi après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu la quinzième partie de ſon poids.

Le boulet de deux pouces après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à-peu-près la quatorzième partie de ſon poids.

Le boulet de deux pouces & demi après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à-peu-près la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de trois pouces après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à-peu-près la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de trois pouces & demi après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu encore un peu plus de la treizième partie de ſon poids.

Le boulet de quatre pouces après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu la douzième partie & demie de ſon poids.

Le boulet de quatre pouces & demi après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu un peu plus de la douzième partie & demie de ſon poids.

Le boulet de cinq pouces après avoir été chauffé trois fois, avoit perdu à très peu près la

douzième partie de ſon poids ; car il peſoit, avant d'avoir été chauffé, 20 livres 10 onces 1 gros 59 grains (*a*).

On voit que cette perte ſur chacun des boulets eſt extrêmement conſidérable, & qu'elle paroît aller en augmentant à meſure que les boulets ſont plus gros ; ce qui vient, à ce que je préſume, de ce que l'on eſt obligé d'appliquer le feu violent d'autant plus long-temps que les corps ſont plus grands ; mais en tout, cette perte de poids non ſeulement eſt occaſionnée par le détachement des parties de la ſurface qui ſe réduiſent en ſcories & qui tombent dans le feu, mais encore par une eſpèce de deſſéchement ou de calcination intérieure qui diminue la peſanteur des parties conſtituantes du fer ; en ſorte qu'il paroît que le feu violent rend le fer ſpécifiquement plus léger à chaque fois

(*a*) Je n'ai pas eu occaſion de faire les mêmes expériences ſur des boulets de fonte de fer ; mais M. de Montbeillard Lieutenant-Colonel du régiment Royal-Artillerie, m'a communiqué la note ſuivante qui y ſupplée parfaitement. On a peſé pluſieurs boulets avant de les chauffer, qui ſe ſont trouvés du poids de vingt-ſept livres & plus. Après l'opération ils ont été réduits à vingt-quatre livres & un quart & vingt-quatre livres & demie. On a vérifié ſur une grande quantité de boulets, que plus on les a chauffés, & plus ils ont augmenté de volume & diminué de poids ; enfin ſur quarante mille boulets chauffés & rapés pour les réduire au calibre des canons, on a perdu dix mille, c'eſt-à-dire, un quart ; en ſorte qu'à tous égards cette pratique eſt mauvaiſe.

qu'on le chauffe. Au reste, j'ai trouvé par des expériences ultérieures, que cette diminution de pesanteur varie beaucoup, selon la différente qualité du fer.

Ayant donc fait faire six nouveaux boulets depuis un demi-pouce jusqu'à trois pouces de diamètre, & du même poids que les premiers; j'ai trouvé les mêmes progressions tant pour l'entrée que pour la sortie de la chaleur, & je me suis assuré que le fer s'échauffe & se refroidit en effet comme je viens de l'exposer.

Un passage de Newton (*b*) a donné naissance à ces expériences.

Globus ferri candentis, digitum unum latus, calorem suum omnem spatio horæ unius in aëre consistens, vix amitteret. Globus autem major calorem diutiùs conservaret in ratione diametri, propterea quòd superficies (ad cujus mensuram per contactum aëris ambientis refrigeratur) in illâ ratione minor est pro quantitate materiæ suæ calidæ inclusæ. Ideòque globus ferri candentis huic terræ æqualis, id est pedes plus minus 40000000 latus, diebus totidem & idcircò annis 50000, vix refrigesceret. Suspicor tamen quòd duratio caloris ob causas latentes augeatur in minori ratione quàm eâ diametri; & optarim rationem veram per experimenta investigari.

Newton desiroit donc qu'on fît les expériences que je viens d'exposer, & je me suis déterminé à les tenter non-seulement parce que j'en avois besoin pour des vues sem-

(*b*) Princip. mathém. *Lond. 1726, pag. 509.*

blables

blables aux ſiennes, mais encore parce que j'ai cru m'appercevoir que ce grand homme pouvoit s'être trompé en diſant que la durée de la chaleur devoit n'augmenter, par l'effet des cauſes cachées, qu'en *moindre* raiſon que celle du diamètre; il m'a paru au contraire en y réfléchiſſant, que ces cauſes cachées ne pouvoient que rendre cette raiſon plus grande au lieu de la faire plus petite.

Il eſt certain, comme le dit Newton, qu'un globe plus grand conſerveroit ſa chaleur plus long-temps qu'un plus petit en raiſon du diamètre, ſi on ſuppoſoit ces globes compoſés d'une matiere parfaitement perméable à la chaleur; en ſorte que la ſortie de la chaleur fût abſolument libre, & que les particules ignées ne trouvaſſent aucun obſtacle qui pût les arrêter ni changer le cours de leur direction: ce n'eſt que dans cette ſuppoſition mathématique, que la durée de la chaleur ſeroit en effet en raiſon du diamètre; mais les cauſes cachées dont parle Newton, & dont les principales ſont les obſtacles qui réſultent de la perméabilité non abſolue, imparfaite & inégale de toute matiere ſolide, au lieu de diminuer le temps de la durée de la chaleur, doivent au contraire l'augmenter; cela m'a paru ſi clair, même avant d'avoir tenté mes expériences, que je ſerois porté à croire que Newton, qui voyoit clair auſſi juſque dans les choſes même qu'il ne faiſoit que ſoupçonner, n'eſt pas tombé dans cette erreur, & que le mot *mi-*

nori ratione au lieu de *majori*, n'eſt qu'une faute de ſa main ou de celle d'un copiſte, qui s'eſt gliſſée dans toutes les éditions de ſon ouvrage, du moins dans toutes celles que j'ai pu conſulter : ma conjecture eſt d'autant mieux fondée, que Newton paroît dire ailleurs préciſément le contraire de ce qu'il dit ici ; c'eſt dans la onzième queſtion de ſon Traité d'Optique (*d*) ; » les corps d'un grand » volume, dit-il, ne conſervent-ils pas plus » long-temps (Nota. *Ce mot PLUS LONG-TEMPS ne peut ſignifier ici qu'en raiſon plus grande que celle du diamètre*) » leur chaleur, parce » que leurs parties s'échauffent réciproquement ? & un corps vaſte, denſe & fixe » étant une fois échauffé au-delà d'un certain degré, ne peut-il pas jeter de la lumiere en telle abondance, que par l'émiſſion & la réaction de ſa lumiere, par » les réflexions & les réfractions de ſes » rayons au-dedans de ſes pores, il devienne » toujours plus chaud juſqu'à ce qu'il parvienne à un certain degré de chaleur qui » égale la chaleur du Soleil ? & le Soleil » & les Etoiles fixes, ne ſont-ce pas de » vaſtes terres violemment échauffées dont » la chaleur ſe conſerve par la groſſeur de » ces corps, & par l'action & la réaction réciproque entr'eux & la lumiere qu'ils jettent, » leurs parties étant d'ailleurs empêchées de » s'évaporer en fumée non-ſeulement par leur

(*d*) Traduction de Coſte.

» fixité, mais encore par le vaste poids
» & la grande densité des atmospheres qui
» pesant de tous côtés, les compriment très
» fortement & condensent les vapeurs & les
» exhalaisons qui s'élèvent de ces corps-
» là ? »

Par ce passage, on voit que Newton, non-seulement est ici de mon avis sur la durée de la chaleur qu'il suppose en raison plus grande que celle du diamètre, mais encore qu'il renchérit beaucoup sur cette augmentation, en disant qu'un grand corps, par cela même qu'il est grand, peut augmenter sa chaleur.

Quoi qu'il en soit, l'expérience a pleinement confirmé ma pensée. La durée de la chaleur, ou, si l'on veut, le temps employé au refroidissement du fer, n'est point en plus *petite*, mais en plus *grande* raison que celle du diamètre : il n'y a, pour s'en assurer, qu'à comparer les progressions suivantes.

DIAMETRES.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 demi-pouces.

Temps du premier refroidissement, supposés en raison du diamètre.

12′, 24′, 36′, 48′, 60′, 72′, 84′, 96′, 108′, 120 minutes.

Temps réels de ce refroidissement, trouvés par l'expérience.

12′, 35′ $\frac{1}{2}$, 58′, 80′, 102′, 127′, 156′, 182′, 205, 232.

Temps du ſecond refroidiſſement, ſuppoſés en raiſon du diamètre.

39′, 78′, 117′, 156′, 195, 234′, 273′, 312′, 351′, 390′.

Temps réels de ce ſecond refroidiſſement, trouvés par l'expérience.

39′, 93′, 145′, 196, 248, 308′, 356′, 415′, 466′, 522′.

On voit, en comparant ces progreſſions terme à terme, que dans tous les cas la durée de la chaleur non-ſeulement n'eſt pas en raiſon plus petite que celle du diamètre (comme il eſt écrit dans Newton), mais qu'au contraire cette durée eſt en raiſon conſidérablement plus grande.

Le docteur Martine, qui a fait un bon ouvrage ſur les thermomètres, rapporte ce paſſage de Newton, & il dit qu'il avoit commencé de faire quelques expériences qu'il ſe propoſoit de pouſſer plus loin ; qu'il croit que l'opinion de Newton eſt conforme à la vérité, & que les corps ſemblables conſervent en effet la chaleur dans la proportion de leurs diamètres ; mais que quant au doute que Newton forme, ſi dans les grands corps cette proportion n'eſt pas moindre que celle des diamètres, il ne le croit pas ſuffiſamment fondé. Le docteur Martine avoit raiſon à cet égard ; mais en même temps il avoit tort de croire d'après Newton, que tous les corps ſemblables, ſolides ou fluides, conſervent leur chaleur en raiſon de leurs diamètres ; il rapporte à la vérité des expériences faites avec de l'eau dans des vaſes

de porcelaine, par lesquelles il trouve que les temps du refroidissement de l'eau sont presque proportionnels aux diamètres des vases qui la contiennent ; mais nous venons de voir que c'est par cette raison même que dans les corps solides la chose se passe différemment, car l'eau doit être regardée comme une matiere presque entiérement perméable à la chaleur, puisque c'est un fluide homogène, & qu'aucunes de ses parties ne peuvent faire obstacle à la circulation de la chaleur : ainsi, quoique les expériences du docteur Martine donnent à-peu-près la raison du diamètre pour le refroidissement de l'eau, on ne doit en rien conclure pour le refroidissement des corps solides.

Maintenant si l'on vouloit chercher avec Newton combien il faudroit de temps à un globe gros comme la terre pour se refroidir, on trouveroit d'après les expériences précédentes qu'au lieu de cinquante mille ans qu'il assigne pour le temps du refroidissement de la Terre jusqu'à la température actuelle, il faudroit déjà quarante-deux mille neuf cent soixante-quatre ans & deux cent vingt-un jours pour la refroidir seulement jusqu'au point où elle cesseroit de brûler, & quatre-vingt-seize mille six cent soixante-dix ans & cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle.

Car la suite des diamètres des globes étant 1, 2, 3, 4, 5 ..... *N* demi-pouces, celle des temps du refroidissement jusqu'à pouvoir toucher les globes sans se brûler, sera

12, 36, 60, 84, 108 ... 24 N--- 12 minutes.
Et le diamètre de la Terre étant de 2865 lieues, de 25 au degré, ou de 6537930 toises de 6 pieds :
En faisant la lieue de 2282 toises,
ou de .... 39227580 pieds,
ou de ... 941461920 demi-pouces,
Nous avons N = 941461920 demi-pouces.

Et 24 N--- 12 = 22595086068 min. c'est-à-dire, quarante-deux mille neuf cent soixante-quatre ans & deux cent vingt-un jours pour le temps nécessaire au refroidissement d'un globe gros comme la terre, seulement jusqu'au point de pouvoir le toucher sans se brûler.

Et de même la suite des temps du refroidissement jusqu'à la température actuelle, sera
39', 93', 147', 201', 255' ... 54 N--- 15'.

Et comme N est toujours = 941461920 demi-pouces, nous aurons 54 N --- 15 = 50838943662 minutes, c'est-à-dire, quatre-vingt-seize mille six cent soixante-dix ans & cent trente-deux jours pour le temps nécessaire au réfroidissement d'un globe gros comme la terre, au point de la température actuelle.

Seulement on pourroit croire que celui du refroidissement de la terre devroit encore être considérablement augmenté, parce que l'on imagine que le refroidissement ne s'opère que par le contact de l'air, & qu'il y a une grande différence entre le temps du refroidissement dans l'air & le temps du refroidissement dans le vide; & comme l'on

doit ſuppoſer que la terre & l'air ſe ſeroient en même temps refroidis dans le vide, on dira qu'il faut faire état de ce ſurplus de temps : mais il eſt aiſé de faire voir que cette différence eſt très peu conſidérable ; car quoique la denſité du milieu dans lequel un corps ſe refroidit, faſſe quelque choſe ſur la durée du refroidiſſement, cet effet eſt bien moindre qu'on ne pourroit l'imaginer, puiſque dans le mercure, qui eſt onze mille fois plus denſe que l'air, il ne faut pour refroidir les corps qu'on y plonge, qu'environ neuf fois autant de temps qu'il en faut pour produire le même refroidiſſement dans l'air.

La principale cauſe du refroidiſſement n'eſt donc pas le contact du milieu ambiant, mais la force expanſive qui anime les parties de la chaleur & du feu, qui les chaſſe hors des corps où elles réſident, & les pouſſe directement du centre à la circonférence.

En comparant, dans les expériences précédentes, les temps employés à chauffer les globes de fer, avec les temps néceſſaires pour les refroidir, on verra qu'il faut environ la ſixième partie & demie du temps pour les chauffer à blanc, de ce qu'il en faut pour les refroidir au point de pouvoir les tenir à la main, & environ la quinzième partie & demie du temps qu'il faut pour les refroidir au point de la température actuelle (*e*) ; en

(*e*) *Nota.* Le boulet d'un pouce & celui d'un demi-pouce ſurtout, ont été chauffés en bien moins de temps, & ne ſuivent point cette proportion de quinze & demi à

sorte qu'il y a encore une très grande correction à faire dans le texte de Newton, sur l'estime qu'il fait de la chaleur que le Soleil a communiquée à la comète de 1680; car cette comète n'ayant été exposée à la violente chaleur du Soleil que pendant un petit temps, elle n'a pu la recevoir qu'en proportion de ce temps, & non pas en entier, comme Newton paroît le supposer dans le passage que je vais rapporter.

Est calor Solis ut radiorum densitas, hoc est reciprocè ut quadratum distantiæ locorum à Sole. Ideòque cùm distantia cometæ à centro Solis Decemb. 8, ubi in perihelio versabatur, esset ad distantiam terræ à centro Solis ut 6 ad 1000 circiter, calor Solis apud cometam eo tempore erat ad calorem Solis æstivi apud nos ut 1000000 ad 36, seu 28000 ad 1. Sed calor aquæ ebullientis est quasi triplò major quàm calor quem terra arida concipit ad æstivum Solem, ut expertus sum, &c. Calor ferri candentis (si rectè conjector) quasi triplò vel quadruplò major quàm calor aquæ ebullientis; ideòque calor quem terra arida apud cometam in perihelio versantem ex radiis solaribus concipere posset, quasi 2000 vicibus major quàm calor ferri candentis. Tanto autem calore vapores & exhalationes, omnisque materia volatilis statim consumi ac dissipari debuissent.

---

un; & c'est par la raison qu'étant très petits & placés dans un grand feu, la chaleur les pénétroit, pour ainsi dire, tout-à-coup; mais à commencer par les boulets d'un pouce & demi de diamètre, la proportion que j'établis ici se trouve assez exacte pour qu'on puisse y compter.

Cometa igitur in perihelio ſuo calorem immenſum ad ſolem concepit, & calorem illum diutiſſimè conſervare poteſt.

Je remarquerai d'abord que Newton fait ici la chaleur du fer rougi beaucoup moindre qu'elle n'eſt en effet, & qu'il le dit lui-même dans un Mémoire qui a pour titre, *Echelle de la chaleur*, & qu'il a publié dans les Tranſactions philoſophiques de 1701, c'eſt-à-dire, pluſieurs années après la publication de ſon *Livre des Principes.* On voit dans ce Mémoire qui eſt excellent, & qui renferme le germe de toutes les idées ſur leſquelles on a depuis conſtruit les thermomètres ; on y voit, dis-je, que Newton, après des expériences très exactes, fait la chaleur de l'eau bouillante trois fois plus grande que celle du Soleil d'été, celle de l'étain fondant ſix fois plus grande, celle du plomb fondant huit fois plus grande, celle du régule fondant douze fois plus grande, & celle d'un feu de cheminée ordinaire, ſeize ou dix-ſept fois plus grande que celle du Soleil d'été ; & de-là on ne peut s'empêcher de conclure que la chaleur du fer rougi à blanc ne ſoit encore bien plus grande, puiſqu'il faut un feu conſtamment animé par le ſoufflet pour chauffer le fer à ce point. Newton paroît lui-même le ſentir, & donner à entendre que cette chaleur du fer rougi paroît être ſept ou huit fois plus grande que celle de l'eau bouillante ; ainſi il faut, ſuivant Newton lui-même, changer trois mots au paſſage précédent, & lire, *calor ferri candentis eſt quaſi triplò (ſeptuplò) vel quadruplò (octuplò) major quàm calor aquæ ebul-*

lentis ; ideòque calor apud Cometam in perihelio versantem quasi 2000 (1000) vicibus major quàm calor ferri candentis. Cela diminue de moitié la chaleur de cette Comète, comparée à celle du fer rougi à blanc.

Mais cette diminution qui n'est que relative, n'est rien en elle-même, ni rien en comparaison de la diminution réelle & très grande qui résulte de notre premiere considération ; il faudroit pour que la Cométe eût reçu cette chaleur mille fois plus grande que celle du fer rougi, qu'elle eût séjourné pendant un temps très long dans le voisinage du Soleil, au lieu qu'elle n'a fait que passer très rapidement, surtout à la plus petite distance, sur laquelle seule néanmoins Newton établit son calcul de comparaison. Elle étoit le 8 Décembre 1680 à $\frac{6}{1000}$ de la distance de la Terre au centre du Soleil ; mais la veille ou le lendemain, c'est-à-dire, vingt-quatre heures avant & ving-quatre heures après, elle étoit déjà à une distance six fois plus grande, & où la chaleur étoit par conséquent trente-six fois moindre.

Si l'on vouloit donc connoître la quantité de cette chaleur communiquée à la Comète par le Soleil, voici comment on pourroit faire cette estimation assez juste, & en faire en même temps la comparaison avec celle du fer ardent, au moyen de mes expériences.

Nous supposerons comme un fait que cette Comète a employé six cent soixante-six heures à descendre du point où elle étoit encore éloignée du Soleil d'une distance éga-

le à celle de la Terre à cet aſtre, auquel point la Comète recevoit par conſéquent une chaleur égale à celle que la Terre reçoit du Soleil, & que je prends ici pour l'unité; nous ſuppoſerons de même que la Comète a employé ſix cent ſoixante-ſix autres heures à remonter du point le plus bas de ſon périhélie à cette même diſtance; & ſuppoſant auſſi ſon mouvement uniforme, on verra que la Comète étant au point le plus bas de ſon périhélie, c'eſt-à-dire, à $\frac{6}{1000}$ de diſtance de la Terre au ſoleil, la chaleur qu'elle a reçue dans ce moment étoit vingt-ſept mille ſept cent ſoixante-ſeize fois plus grande que celle que reçoit la Terre : en donnant à ce moment une durée de 80 minutes, ſavoir, 40 minutes en deſcendant, & 40 minutes en montant, on aura :

A 6 de diſtance, 27776 de chaleur pendant 80 minutes.

A 7 de diſtance, 20408 de chaleur auſſi pendant 80 minutes.

A 8 de diſtance, 15625 de chaleur toujours pendant 80 minutes, & ainſi de ſuite juſqu'à la diſtance 1000 où la chaleur eſt 1. En ſommant toutes les chaleurs à chaque diſtance, on trouvera 363410 pour le total de la chaleur que la Comète a reçue du Soleil, tant en deſcendant qu'en remontant, qu'il faut multiplier par le temps, c'eſt-à-dire, par $\frac{4}{3}$ d'heure; on aura donc 484547 qu'on diviſera par 2000 qui repréſente la chaleur totale que la Terre a reçue dans ce même temps de 1332 heures, puiſque la diſtance eſt toujours 1000, & la chaleur toujours = 1;

ainſi l'on aura 242 $\frac{547}{2000}$ pour la chaleur que la Comète a reçue de plus que la Terre pendant tout le temps de ſon périhélie, au lieu de 28000 comme Newton le ſuppoſe, parce qu'il ne prend que le point extrême, & ne fait nulle attention à la très petite durée du temps.

Et encore faudroit-il diminuer cette chaleur 242 $\frac{547}{2000}$, parce que la Comète parcouroit, par ſon accélération, d'autant plus de chemin dans le même temps qu'elle étoit plus près du Soleil.

Mais en négligeant cette diminution, & en admettant que la Comète a en effet reçu une chaleur à-peu-près deux cent quarante-deux fois plus grande que celle de notre Soleil d'été, & par conſéquent 17 $\frac{2}{7}$ fois plus grande que celle du fer ardent, ſuivant l'eſtime de Newton, ou ſeulement dix fois plus grande ſuivant la correction qu'il faut faire à cette eſtime; on doit ſuppoſer que pour donner une chaleur dix fois plus grande que celle du fer rougi, il faudroit dix fois plus de temps, c'eſt-à-dire, 13320 heures au lieu de 1332. Par conſéquent on peut comparer à la Comète un globe de fer qu'on auroit chauffé à un feu de forge pendant 13320 heures pour pouvoir le rougir à blanc.

Or, on voit par mes expériences que la ſuite des temps néceſſaires pour chauffer des globes dont les diamètres croiſſent, comme

1, 2, 3, 4, 5, ... *n* demi-pouces, eſt à très peu près

2, $5\frac{1}{2}$, 9, $12\frac{1}{2}$, 16... $\frac{7n-3}{2}$ min.

On aura donc $\frac{7n-3}{2} = 799200$ min.

D'où l'on tirera $n = 228342$ demi-pouces. Ainsi avec le feu de forge on ne pourroit chauffer à blanc en 799200 min. ou 13320 heures, qu'un globe dont le diamètre seroit de 228342 demi-pouces, & par conséquent il faudroit pour que toute la masse de la Comète soit échauffée au point du fer rougi à blanc, pendant le peu de temps qu'elle a été exposée aux ardeurs du Soleil, qu'elle n'eût eu que 228342 demi-pouces de diamètre, & supposer encore qu'elle eût été frappée de tous côtés & en même temps par la lumiere du Soleil. D'où il résulte que si on la suppose plus grande, il faut nécessairement supposer plus de temps dans la même raison de n à $\frac{7n-3}{2}$; en sorte, par exemple, que si l'on veut supposer la Comète égale à la Terre, on aura $n = 941461920$ demi-pouces, & $\frac{7n-3}{2} = 3295116718$ minutes, c'est-à-dire, qu'au lieu de 13320 heures, il en faudroit 54918612, ou si l'on veut, au lieu d'un an 190 jours, il faudroit 6269 ans pour chauffer à blanc un globe gros comme la Terre; & par la même raison il faudroit que la Comète, au lieu de n'avoir séjourné que 1332 heures ou 55 jours 12 heures dans

tout ſon périhélie, y eût demeuré pendant 392 ans. Ainſi les Comètes, lorſqu'elles approchent du ſoleil, ne reçoivent pas une chaleur immenſe, ni très long-temps durable, comme le dit Newton, & comme on feroit porté à le croire à la premiere vue; leur ſéjour eſt ſi court dans le voiſinage de cet aſtre, que leur maſſe n'a pas le temps de s'échauffer, & qu'il n'y a guere que la partie de la ſurface expoſée au ſoleil qui ſoit brûlée par ces inſtans de chaleur extrême, laquelle en calcinant & volatiliſant la matiere de cette ſurface, la chaſſe au-dehors en vapeurs & en pouſſiere du côté oppoſé au Soleil; & ce qu'on appelle *la queue d'une Comète*, n'eſt autre choſe que la lumiere même du Soleil rendue ſenſible, comme dans une chambre obſcure, par ces atomes que la chaleur pouſſe d'autant plus loin qu'elle eſt plus violente.

Mais une autre conſidération bien différente de celle-ci & encore plus importante, c'eſt que pour appliquer le réſultat de nos expériences & de notre calcul à la Comète & à la Terre, il faut les ſuppoſer compoſées de matieres qui demanderoient autant de temps que le fer pour ſe refroidir; tandis que dans le réel les matieres principales dont le globe terreſtre eſt compoſé, telles que les glaiſes, les grès, les pierres, &c. doivent ſe refroidir en bien moins de temps que le fer.

Pour me ſatisfaire ſur cet objet, j'ai fait faire des globes de glaiſe & de grès, & les ayant fait chauffer à la même forge juſqu'à

les faire rougir à blanc, j'ai trouvé que les boulets de glaise de deux pouces se sont refroidis au point de pouvoir les tenir dans la main en trente-huit minutes, ceux de deux pouces & demi en quarante-huit minutes, & ceux de trois pouces en soixante minutes; ce qui étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces mêmes diamètres de deux pouces, deux pouces & demi & trois pouces, donne les rapports de 38 à 80 pour deux pouces, 48 à 102 pour deux pouces & demi, & 60 à 127 pour trois pouces, ce qui fait un peu moins de 1 à 2; en sorte que pour le refroidissement de la glaise, il ne faut pas la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'ai trouvé de même que les globes de grès de deux pouces se sont refroidis au point de les tenir dans la main en quarante-cinq minutes, ceux de deux pouces & demi en cinquante-huit minutes, & ceux de trois pouces en soixante-quinze minutes; ce qui étant comparé avec le temps du refroidissement des boulets de fer de ces mêmes diamètres, donne les rapports de 46 à 80 pour deux pouces, de 58 à 102 pour deux pouces & demi, & de 75 à 127 pour trois pouces, ce qui fait à très peu près la raison de 9 à 5; en sorte que pour le refroidissement du grès, il faut plus de la moitié du temps qu'il faut pour celui du fer.

J'observerai au sujet de ces expériences, que les globes de glaise chauffés à feu blanc, ont perdu de leur pesanteur encore plus que les boulets de fer, & jusqu'à la neuvième ou

dixième partie de leur poids; au lieu que le grès chauffé au même feu, ne perd presque rien du tout de son poids, quoique toute la surface se couvre d'émail & se réduise en verre. Comme ce petit fait m'a paru singulier, j'ai répété l'expérience plusieurs fois, en faisant même pousser le feu & le continuer plus long-temps que pour le fer; & quoiqu'il ne fallût guere que le tiers du temps pour rougir le grès, de ce qu'il en falloit pour rougir le fer, je l'ai tenu à ce feu le double & le triple du temps, pour voir s'il perdroit davantage, & je n'ai trouvé que de très légeres diminutions; car le globe de deux pouces, chauffé pendant huit minutes, qui pesoit sept onces deux gros trente grains avant d'être mis au feu, n'a perdu que quarante-un grains, ce qui ne fait pas la centième partie de son poids; celui de deux pouces & demi, qui pesoit quatorze onces deux gros huit grains, ayant été chauffé pendant douze minutes, n'a perdu que la cent cinquante-quatrième partie de son poids; & celui de trois pouces qui pesoit vingt-quatre onces cinq gros treize grains, ayant été chauffé pendant dix-huit minutes, c'est-à-dire, à-peu-près autant que le fer, n'a perdu que soixante-dix-huit grains, ce qui ne fait que la cent quatre-vingt-unième partie de son poids. Ces pertes sont si petites qu'on pourroit les regarder comme nulles, & assurer en général que le grès pur ne perd rien de sa pesanteur au feu; car il m'a paru que ces petites diminutions que je viens de rapporter, ont été occasionnées par les parties

ties ferrugineuſes qui ſe ſont trouvées dans ces grès, & qui ont été en partie détruites par le feu.

Une choſe plus générale & qui mérite bien d'être remarquée, c'eſt que les durées de la chaleur dans différentes matieres expoſées au même feu pendant un temps égal, ſont toujours dans la même proportion, ſoit que le degré de chaleur ſoit plus grand ou plus petit; en ſorte, par exemple, que ſi on chauffe le fer, le grès & la glaiſe à un feu violent, & tel qu'il faille quatre-vingt minutes pour refroidir le fer au point de pouvoir le toucher, quarante-ſix minutes pour refroidir le grès au même point, & trente-huit pour refroidir la glaiſe; & qu'à une chaleur moindre il ne faille, par exemple, que dix-huit minutes pour refroidir le fer à ce même point de pouvoir le toucher avec la main, il ne faudra proportionnellement qu'un peu plus de dix minutes pour refroidir le grès, & environ huit minutes & demie pour refroidir la glaiſe à ce même point.

J'ai fait de ſemblables expériences ſur des globes de marbre, de pierre, de plomb & d'étain, à une chaleur telle ſeulement que l'étain commençoit à fondre, & j'ai trouvé que le fer ſe refroidiſſant en dix-huit minutes au point de pouvoir le tenir à la main, le marbre ſe refroidit au même point en douze minutes, la pierre en onze, le plomb en neuf, & l'étain en huit minutes.

Ce n'eſt donc pas proportionnellement à leur denſité, comme on le croit vulgaire-

ment (*f*), que les corps reçoivent & perdent plus ou moins vîte la chaleur; mais dans un rapport bien différent & qui est en raison inverse de leur solidité, c'est-à-dire, de leur plus ou moins grande *non fluidité*; en sorte qu'avec la même chaleur il faut moins de temps pour échauffer ou refroidir le fluide le plus dense, qu'il n'en faut pour échauffer ou refroidir au même degré le solide le moins dense. Je donnerai dans les mémoires suivans le développement entier de ce principe duquel dépend toute la théorie du progrès de la chaleur: mais pour que mon assertion ne paroisse pas vaine, voici en peu de mots le fondement de cette théorie.

J'ai trouvé par la vue de l'esprit que les corps qui s'échaufferoient en raison de leurs diamètres, ne pourroient être que ceux qui seroient parfaitement perméables à la chaleur, & que ce seroient en même temps ceux qui s'échaufferoient ou se refroidiroient en moins de temps. Dès-lors j'ai pensé que les fluides dont toutes les parties ne se tiennent que par un foible lien, approchoient plus de cette perméabilité parfaite que les solides dont les parties ont beaucoup plus de cohésion que celles des fluides.

En conséquence j'ai fait des expériences par lesquelles j'ai trouvé qu'avec la même chaleur tous les fluides, quelque denses qu'ils

---

(*f*) Voyez la Chimie de Boërrhave, *Partie I*, *pages* 266 & 276, & *aussi* 160, 264 & 267. -- Musschenbroek, *Essais de physique*, *pages* 94 & 969, &c.

ſoient, s'échauffent & ſe refroidiſſent plus promptement qu'aucun ſolide, quelque léger qu'il ſoit; en ſorte, par exemple, que le mercure comparé avec le bois, s'échauffe beaucoup plus promptement que le bois, quoiqu'il ſoit quinze ou ſeize fois plus denſe.

Cela m'a fait reconnoître que le progrès de la chaleur dans les corps ne devoit en aucun cas ſe faire relativement à leur denſité; & en effet, j'ai trouvé par l'expérience que, tant dans les ſolides que dans les fluides, ce progrès ſe fait plutôt en raiſon de leur fluidité, ou ſi l'on veut, en raiſon inverſe de leur ſolidité.

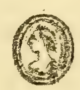
Comme ce mot *ſolidité* a pluſieurs acceptions, il faut voir nettement le ſens dans lequel je l'employe ici: *ſolide* & *ſolidité* ſe diſent en géométrie relativement à la grandeur, & ſe prennent pour le volume du corps; *ſolidité* ſe dit ſouvent en phyſique relativement à la denſité, c'eſt-à-dire, à la maſſe contenue ſous un volume donné; *ſolidité* ſe dit quelquefois encore relativement à la dureté, c'eſt-à-dire, à la réſiſtance que font les corps lorſque nous voulons les entamer; or ce n'eſt dans aucun de ces ſens que j'employe ici ce mot, mais dans une acception qui devroit être la premiere parce qu'elle eſt la plus propre. J'entends uniquement par *ſolidité* la qualité oppoſée à la fluidité, & je dis que c'eſt en raiſon inverſe de cette qualité que ſe fait le progrès de la chaleur dans la plupart des corps, & qu'ils s'échauffent ou ſe refroidiſſent d'autant plus

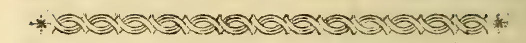
vîte qu'ils ſont plus fluides, & d'autant plus lentement qu'ils ſont plus ſolides ; toutes les autres circonſtances étant égales d'ailleurs.

Et pour prouver que la ſolidité priſe dans ce ſens eſt tout-à-fait indépendante de la denſité, j'ai trouvé par expérience que des matieres plus denſes ou moins denſes s'échauffent & ſe refroidiſſent plus promptement que d'autres matieres plus ou moins denſes ; que, par exemple, l'or & le plomb qui ſont beaucoup plus denſes que le fer & le cuivre, néanmoins s'échauffent & ſe refroidiſſent beaucoup plus vîte, & que l'étain & le marbre qui ſont au contraire moins denſes, s'échauffent & ſe refroidiſſent auſſi beaucoup plus vîte que le fer & le cuivre, & qu'il en eſt de même de pluſieurs autres matieres qui, quoique plus ou moins denſes, s'échauffent & ſe refroidiſſent plus promptement que d'autres qui ſont beaucoup moins denſes ou plus denſes ; en ſorte que la denſité n'eſt nullement relative à l'échelle du progrès de la chaleur dans les corps ſolides.

Et pour le prouver de même dans les fluides, j'ai vu que le mercure qui eſt treize ou quatorze fois plus denſe que l'eau, néanmoins s'échauffe & ſe refroidit en moins de temps que l'eau ; & que l'eſprit-de-vin qui eſt moins denſe que l'eau, s'échauffe & ſe refroidit auſſi plus vîte que l'eau : en ſorte que généralement le progrès de la chaleur dans les corps, tant pour l'entrée que pour la ſortie, n'a aucun rapport à leur denſité, & ſe fait principale-

ment en raiſon de leur fluidité, en étendant la fluidité juſqu'au ſolide, c'eſt-à-dire, en regardant la ſolidité comme une *non fluidité* plus ou moins grande. De-là j'ai cru devoir conclure que l'on connoîtroit en effet le degré réel de fluidité dans les corps, en les faiſant chauffer à la même chaleur; car leur fluidité ſera dans la même raiſon que celle du temps pendant lequel ils recevront & perdront cette chaleur; & il en ſera de même des corps ſolides, ils ſeront d'autant plus ſolides, c'eſt-à-dire, d'autant plus *non fluides*, qu'il leur faudra plus de temps pour recevoir cette même chaleur & la perdre, & cela preſque généralement, à ce que je préſume; car j'ai déjà tenté ces expériences ſur un grand nombre de matieres différentes, & j'en ai fait une table que j'ai tâché de rendre auſſi complète & auſſi exacte qu'il m'a été poſſible, & qu'on trouvera dans le Mémoire ſuivant.





SECOND MEMOIRE.

Suite des expériences ſur le progrès de la Chaleur dans les différentes ſubſtances minérales.

J'AI fait faire un grand nombre de globes, tous d'un pouce de diamètre, le plus préciſément qu'il a été poſſible, des matieres ſuivantes, qui peuvent repréſenter ici à-peu-près le règne minéral.

	onces.	gros.	grains.
Or le plus pur, affiné par les ſoins de M. Tillet, de l'Académie des Sciences, qui a fait travailler ce globe à ma priere, pèſe	6	2	17
Plomb, pèſe	3	6	28
Argent le plus pur, travaillé de même, pèſe	3	3	22
Biſmuth, pèſe	3	0	3
Cuivre rouge, pèſe	2	7	56
Fer, pèſe	2	5	10
Etain, pèſe	2	3	48
Antimoine fondu, & qui avoit de petites cavités à ſa ſurface, pèſe	2	1	34
Zinc, pèſe	2	1	2
Emeril, péſe	1	2	24 ½
Marbre blanc, pèſe	1	0	25
Grès pur, pèſe	0	7	24
Marbre commun de Montbard, pèſe	0	7	20

Pierre calcaire dure & grise de Montbard, pèse	0	7	20
Gyps blanc, improprement appellé *Albâtre*, pèse . . .	0	6	36
Pierre calcaire blanche, statuaire, de la carriere d'Anieres près de Dijon, pèse	0	6	36
Cristal de Roche, il étoit un peu trop petit, & il y avoit plusieurs défauts & quelques petites fêlures à sa surface ; je présume que sans cela il auroit pesé plus d'un gros de plus, il pèse.	0	6	22
Verre commun, pèse . . .	0	6	21
Terre glaise pure non cuite, mais très seche, pèse	0	6	16
Ocre, pèse	0	5	9
Porcelaine de M. le Comte de Lauraguais, pèse	0	5	2 ½
Craie blanche, pése . . .	0	4	49
Pierre-ponce avec plusieurs petites cavités à sa surface, pèse . .	0	1	69
Bois de cerisier qui, quoique plus léger que le chêne & la plupart des autres bois, est celui de tous qui s'altère le moins au feu, pèse . .	0	1	55

Je dois avertir qu'il ne faut pas compter assez sur les poids rapportés dans cette table, pour en conclure la pesanteur spécifique exacte de chaque matiere ; car quelque précaution que j'aye prise pour rendre les globes égaux, comme il a fallu employer des ouvriers de différens métiers, les uns me les ont rendus trop gros & les autres

trop petits. On a diminué ceux qui avoient plus d'un pouce de diamètre ; mais quelques-uns qui étoient un tant ſoit peu trop petits, comme ceux de criſtal-de-roche, de verre & de porcelaine, ſont demeurés tels qu'ils étoient : j'ai ſeulement rejeté ceux d'agate, de jaſpe, de porphyre & de jade qui étoient ſenſiblement trop petits. Néanmoins ce degré de préciſion de groſſeur, très difficile à ſaiſir, n'étoit pas abſolument néceſſaire, car il ne pouvoit changer que très peu le réſultat de mes expériences.

Avant d'avoir commandé tous ces globes d'un pouce de diamètre, j'avois expoſé à un même degré de feu, une maſſe quarrée de fer, & une autre de plomb, de deux pouces dans toutes leurs dimenſions, & j'avois trouvé par des eſſais réitérés, que le plomb s'échauffoit plus vîte & ſe refroidiſſoit en beaucoup moins de temps que le fer. Je fis la même épreuve ſur le cuivre rouge ; il faut auſſi plus de temps pour l'échauffer & pour le refroidir qu'il n'en faut pour le plomb, & moins que pour le fer. En ſorte que de ces trois matieres, le fer me parut celle qui eſt la moins acceſſible à la chaleur, & en même temps celle qui la retient le plus long-temps. Ceci me fit connoître que la loi du progrés de la chaleur, c'eſt-à-dire, de ſon entrée & de ſa ſortie dans les corps, n'étoit point du tout proportionnelle à leur denſité, puiſque le plomb qui eſt plus denſe que le fer & le cuivre, s'échauffe néanmoins & ſe refroidit en moins de temps que ces deux

deux autres métaux. Comme cet objet me parut important, je fis faire mes petits globes, pour m'assurer plus exactement, sur un grand nombre de différentes matieres, du progrès de la chaleur dans chacune. J'ai toujours placé les globes à un pouce de distance les uns des autres devant le même feu ou dans le même four, deux ou trois, quatre ou cinq, &c. ensemble pendant le même temps avec un globe d'étain au milieu des autres. Dans la plupart des expériences, je les laissois exposés à la même action du feu, jusqu'à ce que le globe d'étain commençoit à fondre; & dans ce moment on les enlevoit tous ensemble, & on les posoit sur une table dans de petites cases préparées pour les recevoir; je les y laissois refroidir sans les bouger, en essayant assez souvent de les toucher; & au moment qu'ils commençoient à ne plus brûler les doigts, & que je pouvois les tenir dans ma main pendant une demi-seconde, je marquois le nombre des minutes qui s'étoient écoulées depuis qu'ils étoient retirés du feu; ensuite je les laissois tous refroidir au point de la température actuelle, dont je tâchois de juger par le moyen d'autres petits globes de même matiere qui n'avoient pas été chauffés, & que je touchois en même temps que ceux qui se refroidissoient. De toutes les matieres que j'ai mises à l'épreuve, il n'y a que le soufre qui fond à un moindre degré de chaleur que l'étain; & malgré la mauvaise odeur de sa vapeur, je l'aurois

pris pour terme de comparaison, mais comme c'est une matiere friable & qui se diminue par le frottement, j'ai préféré l'étain, quoiqu'il exige près du double de chaleur pour se fondre, de celle qu'il faut pour fondre le soufre.

I.

Par une premiere expérience, le boulet de plomb & le boulet de cuivre chauffés pendant le même temps, se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir dans la main pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Plomb, en. 8	En 23
Cuivre, en 12	En 35

II.

Ayant fait chauffer ensemble, au même feu, des boulets de fer, de cuivre, de plomb, d'étain, de grès & de marbre de Montbard, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Etain, en . . . . . $6\frac{1}{2}$	En 16
Plomb, en 8	En 17
Grès, en 9	En 19
Marbre commun en 10	En 21
Cuivre en . . . . . $11\frac{1}{2}$	En 30
Fer, en 13	En 38

III.

Par une seconde expérience à un feu plus ardent & au point d'avoir fondu le boulet d'étain, les cinq autres boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Plomb, en . . . . $10\frac{1}{2}$	En 42
Grès, en . . . . . $12\frac{1}{2}$	En 46
Marbre commun, en $12\frac{1}{2}$	En 50
Cuivre, en . . . . $19\frac{1}{2}$	En 51
Fer, en . . . . . $23\frac{1}{2}$	En 54

IV.

Par une troisième expérience, à un degré de feu moindre que le précédent, les mêmes boulets avec un nouveau boulet d'étain se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Etain, en . . . . . $7\frac{1}{2}$	En 25
Plomb, en . . . . $9\frac{1}{2}$	En 35
Grès, en . . . . . $10\frac{1}{2}$	En 37
Marbre commun, en 12	En 39
Cuivre, en 14	En 44
Fer, en 17	En 50

De ces expériences que j'ai faites avec autant de précision qu'il m'a été possible, on peut conclure :

1°. Que le temps du refroidissement du fer, est à celui du refroidissement du cuivre au point de les tenir : : 53 ½ : 45, & au point de la température : : 142 : 125.

2°. Que le temps du refroidissement du fer, est à celui du premier refroidissement du marbre commun : : 53 ½ : 35 ½, & au point de leur refroidissement entier : : 142 : 110.

3°. Que le temps du refroidissement du fer, est à celui du refroidissement du grès au point de pouvoir les tenir : : 53 ½ : 32, & : : 142 : 102 ½ pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement du fer, est à celui du refroidissement du plomb au point de les tenir : : 53 ½ : 27, & : : 142 : 94 ½ pour leur entier refroidissement.

V.

Comme il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du fer à l'étain, j'ai voulu en faire une troisième dans laquelle l'étain s'est refroidi à le tenir dans la main en 8 minutes; & en entier, c'est-à-dire à la température, en 32 minutes; & le fer s'est refroidi à le tenir sur la main en 18 minutes, & refroidi en entier en 48 minutes; au moyen de quoi la proportion trouvée par trois expériences, est :

1°. Pour le premier refroidissement du fer comparé à celui de l'étain : : 48 : 22, & : : 136 : 73 pour leur entier refroidissement.

2°. Que les temps du refroidissement du cuivre, sont à ceux du refroidissement du marbre commun : : 45 : 35 ½ pour le premier refroidissement, & : : 125 : 110 pour le refroidissement à la température.

3°. Que les temps du refroidiſſement du cuivre, ſont à ceux du refroidiſſement du grès :: 45 : 33 pour le premier refroidiſſement, & :: 125 : 102 pour le refroidiſſement à la température actuelle.

4°. Que les temps du refroidiſſement du cuivre ſont à ceux du refroidiſſement du plomb :: 45 : 27 pour le premier refroidiſſement, & :: 125 : 94 ½ pour le refroidiſſement entier.

VI.

COMME il n'y avoit, pour la comparaiſon du cuivre & de l'étain, que deux expériences, j'en ai fait une troiſième, dans laquelle le cuivre s'eſt refroidi à le tenir dans la main en 18 minutes, & en entier en 49 minutes; & l'étain s'eſt refroidi au premier point en 8 ½ minutes, & au dernier en 30 minutes; d'où l'on peut conclure:

1°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre, eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir :: 43 ½ : 22 ½, & :: 123 : 71 pour leur entier refroidiſſement.

2°. On peut de même conclure des expériences précédentes, que le temps du refroidiſſement du marbre commun, eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de de pouvoir les tenir :: 36 ½ : 32, & : 110 : 102 pour leur entier refroidiſſement.

3°. Que le temps du refroidiſſement du marbre commun, eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir :: 36 ½ : 28, & :: 110 : 94 ½ pour le refroidiſſement entier.

VII.

COMME il n'y avoit pour la comparaison du marbre commun & de l'étain, que deux expériences, j'en ai fait une troisième dans laquelle l'étain s'est refroidi, à le tenir dans la main, en 9 minutes, & le marbre en 11 minutes; & l'étain s'est refroidi en entier en $22\frac{1}{2}$ minutes, & le marbre en 33 minutes. Ainsi les temps du refroidissement du marbre sont à ceux du refroidissement de l'étain comme 33 est à $24\frac{1}{2}$ pour le premier refroidissement, & :: 93 : 64 pour le second refroidissement.

VIII.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaison du grès & du plomb avec l'étain, j'en ai fait une troisième en faisant chauffer ensemble ces trois boulets, de grès, de plomb & d'étain, qui se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Etain, en . . . . . $7\frac{1}{2}$	En 23
Plomb, en. . . . . $8\frac{1}{2}$	En 27
Grès, en . . . . . $10\frac{1}{2}$	En 28

Ainsi on peut en conclure :

1°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : $25\frac{1}{2}$: $21\frac{1}{2}$, & :: $79\frac{1}{2}$: 64 pour le refroidissement entier.

2°. Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 30 : 21 ½, & : : 84 : 64 pour leur entier refroidiſſement.

3°. De même on peut conclure par les quatre expériences précédentes, que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 42 ½ : 35 ½, & : : 130 : 121 ½ pour leur entier refroidiſſement.

I X.

Dans un four chauffé au point de fondre l'étain, quoique toute la braiſe & les cendres en euſſent été retirées, j'ai fait placer ſur un ſupport de fer-blanc traverſé de fil-de-fer, cinq boulets éloignés les uns des autres d'environ 9 lignes, après quoi on a fermé le four; & les ayant retirés au bout de 15 minutes, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Etain fondu par ſa partie d'en bas, en 8	En 24
Argent, en 14	En 40
Or, en 15	En 46
Cuivre, en 16½	En 50
Fer, en 18	En 56

X.

Dans le même four, mais à un moindre de-

gré de chaleur, les mêmes boulets avec un autre boulet d'étain, se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Etain, en 7	En 20
Argent, en 11	En 31
Or, en 12½	En 40
Cuivre, en 14	En 43
Fer, en 16½	En 47

XI.

Dans le même four & à un degré de chaleur encore moindre, les mêmes boulets se sont refroidis dans les proportions suivantes :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Etain, en 6	En 17
Argent, en 9	En 26
Or, en 9½	En 28
Cuivre, en 10	En 31
Fer, en 11	En 35

On doit conclure de ces expériences :

1°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de les tenir : : 11 + 16 ½ + 18 : 10 + 14 + 16 ½, ou : : 45 ½ : 40 ½ par les trois expériences présentes ; & comme ce rapport a été trouvé par les expériences précédentes, (*article IV*) : : 53 ½ : 45, on

aura, en ajoutant ces temps, 99 à 85 ½ pour le rapport encore plus précis du premier refroidiſſement du fer & du cuivre; & pour le ſecond, c'eſt-à-dire, pour le refroidiſſement entier, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 35 + 47 + 56 : 31 + 43 + 50, ou : : 138 : 24, & : : 142 : 125. Par les expériences précédentes (*art. IV*), on aura, en ajoutant ces temps, 280 à 249 pour le rapport encore plus précis du refroidiſſement entier du fer & du cuivre.

2°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 45 ½ : 37, & au point de la température : : 138 : 114.

3°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 45 ½ : 34, & au point de la température : : 138 : 97.

4°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 45 ½ : 21 par les préſentes expériences, & : : 24 : 11 par les expériences précédentes (*art. V*); ainſi l'on aura, en ajoutant ces temps, 69 ½ à 32 pour le rapport encore plus précis de leur refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes étant : : 138 : 61, & par les expériences précédentes (*art. V*) : : 136 : 73; on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 134 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'étain.

5°. Que le temps du refroidiſſement du

cuivre eſt à celui de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 40 ½ : 37, & : : 124 : 114 pour leur entier refroidiſſement.

6°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 40 ½ : 34, & : : 124 : 97 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 40 ½ : 21 par les préſentes expériences, & : : 43 ½ : 22 ½ par les expériences précédentes (*art. VI*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 43 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 124 : 61, & : : 123 : 71 par les expériences précédentes (*art. VI*); on aura, en ajoutant ces temps, 247 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

8°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 37 : 34, & : : 114 : 97 pour leur entier refroidiſſement.

9°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 37 : 21, & : : 114 : 61 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de

l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 34 : 21, & : : 97 : 61 pour leur entier refroidissement.

XII.

AYANT mis dans le même four cinq boulets, placés de même & séparés les uns des autres, leur refroidissement s'est fait dans les proportions suivantes.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*
	minutes.	minutes.
Antimoine, en . .	$6\frac{1}{2}$	En 25
Bismuth, en . . .	7	En 26
Plomb, en	8	En 27
Zinc, en	$10\frac{1}{2}$	En 30
Emeril, en	$11\frac{1}{2}$	En 38

XIII.

AYANT répété cette expérience avec un degré de chaleur plus fort, & auquel l'étain & le bismuth se sont fondus, les autres boulets se sont refroidis dans la progression suivante.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde		*Refroidis à la température.*
	minutes.	minutes.
Antimoine, en . .	$7\frac{1}{2}$	En 28
Plomb, en	$9\frac{1}{2}$	En 39
Zinc, en	14	En 44
Emeril, en . . .	16	En 50

XIV.

ON a placé dans le même four & de la

même maniere un autre boulet de bismuth; avec six autres boulets qui se sont refroidis dans la progression suivante.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en . .	6	En 23
Bismuth, en . . .	6	En 25
Plomb, en	$7\frac{1}{2}$	En 28
Argent, en	$9\frac{1}{2}$	En 30
Zinc, en	$10\frac{1}{2}$	En 32
Or, en	11	En 32
Emeril, en	$13\frac{1}{2}$	En 39

XV.

Ayant répété cette expérience avec les sept mêmes boulets, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en . .	$6\frac{1}{2}$	En 23
Bismuth, en	$7\frac{1}{2}$	En 31
Plomb, en	$7\frac{1}{2}$	En 29
Argent, en	$11\frac{1}{2}$	En 32
Zinc, en	$13\frac{1}{2}$	En 38
Or, en	14	En 41
Emeril, en	15	En 44

Toutes ces expériences ont été faites avec soin & en présence de deux ou trois personnes qui ont jugé comme moi par le tact, & en serrant dans la main pendant une demi-seconde les différens boulets; ainsi l'on doit en conclure :

1°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 28 ½ : 25, & : : 83 : 73 pour leur entier refroidiſſement.

2°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de pouvoir les toucher : : 56 : 48 ½, & : : 171 : 144 pour leur entier refroidiſſement.

3°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 28 ½ : 21, & : : 83 : 62 pour leur entier refroidiſſement.

4°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir : : 56 : 32 ½, & : : 171 : 123 pour leur entier refroidiſſement.

5°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : 40 : 20 ½, & : : 121 : 80 pour leur entier refroidiſſement.

6°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 56 : 26 ½, & à la température : : 171 : 99.

7°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du zinc, au point de les tenir : : 25 : 24, & : : 73 : 70 pour leur entier refroidiſſement.

8°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'ar-

gent, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 21 par les préſentes expériences, & : : 37 : 34 par les expériences précédentes (*art. XI*); ainſi l'on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 55 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 73 : 62, & : : 114 : 97 par les expériences précédentes (*article XI*); on aura, en ajoutant ces temps, 187 : 159 pour le rapport plus précis de leur entier refroidiſſement.

9°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 15, & : : 73 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 13 ½, & : : 73 : 56 pour leur entier refroidiſſement.

11°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 25 : 12 ½, & : : 73 : 46 pour leur entier refroidiſſement.

12°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 24 : 21, & : : 70 : 62 pour leur entier refroidiſſement.

13°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 48 ½ : 32 ½,

& : : 144 : 123 pour leur entier refroidissement.

14°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 34 ½ : 20 ½, & : : 100 : 80 pour leur entier refroidissement.

15°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 48 ½ : 26 ½, & à la température : : 144 : 99.

16°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 21 : 13 ½, & : : 62 : 56 pour leur entier refroidissement.

17°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 21 : 12 ½, & : : 62 : 46 pour leur entier refroidissement.

18°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : 23 : 20 ½, & : : 84 : 80 pour leur entier refroidissement.

19°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les toucher : : 32 ½ : 26 ½, & à la température : : 123 : 99.

20°. Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 20 ½ : 19, & : : 80 : 71 pour leur entier refroidissement.

Je dois obſerver qu'en général dans toutes ces expériences, les premiers rapports ſont bien plus juſtes que les derniers, parce qu'il eſt difficile de juger du refroidiſſement juſqu'à la température actuelle, & que cette température étant variable, les réſultats doivent varier auſſi; au lieu que le point du premier refroidiſſement peut être ſaiſi aſſez juſte par la ſenſation que produit ſur la même main la chaleur du boulet, lorſqu'on peut le tenir ou le toucher pendant une demi-ſeconde.

XVI.

COMME il n'y avoit que deux expériences pour la comparaiſon de l'or avec l'émeril, le zinc, le plomb, le biſmuth & l'antimoine; que le biſmuth s'étoit fondu en entier, & que le plomb & l'antimoine étoient fort endommagés, je me ſuis ſervi d'autres boulets de biſmuth, d'antimoine & de plomb, & j'ai fait une troiſième expérience, en mettant enſemble dans le même four bien chauffé ces deux boulets; ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en . . . 7	En 27
Biſmuth, en . . . 8	En 29
Plomb, en 9	En 33
Zinc, en 12	En 37
Or, en 13	En 42
Emeril, en . . . . $15\frac{1}{2}$	En 48

D'où

D'où l'on doit conclure, ainſi que des *expériences XIV & XV*. 1°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 44 : 38, & au point de la température : : 131 : 115.

2°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du zinc au point de pouvoir les tenir : : 15 ½ : 12; mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art. XV*) étant : : 56 : 48 ½, on aura, en ajoutant ces temps, 71 ½ à 60 ½ pour leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport trouvé par l'expérience préſente, étant : : 48 : 37, & par les expériences précédentes (*article XV*) comme 171 à 144; ainſi en ajoutant ces temps, on aura 239 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du zinc.

3°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 15 ½ : 9; mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*article XV*) étant : : 56 : 32 ½; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 71 ½ à 41 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 48 : 33; & par les expériences précédentes (*article XV*) : : 171 : 123; on aura, en ajoutant ces temps, 239 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du plomb.

4°. Que le temps du refroidiſſement de

l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 8 ; & par les expériences précédentes (*article XV*) : : 40 : 20 $\frac{1}{2}$; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 55 $\frac{1}{2}$ à 28 $\frac{1}{2}$, pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 48 : 29, & : : 121 : 80 par les expériences précédentes (*article XV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du biſmuth.

5°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 7, mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*article XV*) étant : : 56 : 26 $\frac{1}{2}$; on aura, en ajoutant ces temps, 71 $\frac{1}{2}$ à 33 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 48 : 27, & : : 171 : 99 par les expériences précédentes (*article XV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 219 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & de l'antimoine.

6°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du zinc au point de pouvoir les tenir : : 38 : 36, & : : 115 : 107 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du plomb

au point de les toucher : : 38 : 24, & à la température : : 115 : 90.

8°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth au point de pouvoir les tenir : : 38 : 21 ½, & à la température : : 115 : 85.

9°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les toucher : : 38 : 19 ½, & à la température : : 115 : 69.

10°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb au point de pouvoir les tenir : : 12 : 9. Mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*article XV*) étant : : 48 ½ : 32 ½, on aura, en ajoutant ces temps, 60 ½ à 41 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 37 : 33, & par les expériences précédentes (*article XV*) : : 144 : 123 ; on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du plomb.

11°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les toucher : : 12 : 8 par la préſente expérience ; mais le rapport trouvé par les expériences précédentes (*art. XV*) étant : : 34 ½ : 20 ½ ; en ajoutant ces temps, on aura 46 ½ à 28 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 37 : 29, & par les

expériences précédentes (*article XV*) : : 100 : 80; on aura, en ajoutant ces temps, 137 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

12°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine pour pouvoir les tenir : : 12 : 7 par la présente expérience; mais comme le rapport trouvé par les expériences précédentes (*article XV*) est : : 48 ½ : 26 ½; on aura, en ajoutant ces temps, 60 ½ à 33 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 37 : 27, & : : 144 : 99 par les expériences précédentes (*article XV*); on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 126 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

13°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du bismuth au point de pouvoir les tenir : : 9 : 8 par l'expérience présente, & : : 23 : 20 ½ par les expériences précédentes (*article XV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 32 à 28 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 33 : 29, & : : 84 : 80 par les expériences précédentes (*article XV*); on aura, en ajoutant ces temps, 117 à 109 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & du bismuth.

14°. Que le temps du refroidissement du

plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de les tenir : : 9 : 7 par la préſente expérience, & : : 32 ½ : 26 ½ par les expériences précédentes (*article XV*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 41 ½ à 33 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 33 : 27, & : : 123 : 99 par les expériences precédentes (*article XV*); on aura, en ajoutant ces temps, 156 à 126 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de l'antimoine.

15°. Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de pouvoir les tenir : : 8 : 7 par l'expérience préſente, & : : 20 ½ : 19 par les expériences précédentes (*article XV*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 28 ½ à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 29 : 27, & : : 80 : 71 par les expériences précédentes (*article XV*); on aura, en ajoutant ces temps, 109 à 98 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du biſmuth & de l'antimoine.

XVII.

COMME il n'y avoit de même que deux expériences pour la comparaiſon de l'argent avec l'émeril, le zinc, le plomb, le biſmuth & l'antimoine, j'en ai fait une troiſième, en mettant dans le même four, qui s'étoit un

peu refroidi, les six boulets ensemble; & après les en avoir tirés tous en même temps, comme on l'a toujours fait, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Antimoine, en . .	6	En	29
Bismuth, en. . . .	7	En	31
Plomb, en	$8\frac{1}{4}$	En	34
Argent, en	$11\frac{1}{2}$	En	36
Zinc, en	$12\frac{1}{2}$	En	39
Emeril, en	$15\frac{1}{2}$	En	47

On doit conclure de cette expérience & de celles des *articles XIV* & *XV*.

1°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du zinc au point de les tenir, par l'expérience présente : : $15\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & : : $71\frac{1}{2}$: $60\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XVI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 73 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 47 : 39, & par les expériences précédentes (*article XVI*) : : 239 : 181; on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 220 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du zinc.

2°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent : : 44 : $32\frac{1}{2}$ au point de les tenir, & : : 130 : 98 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du plomb au point de les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{4}$ par par l'expérience préſente, & : : 71 $\frac{1}{2}$: 41 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. ZVI*), ainſi on aura, en ajoutant ces temps], 87 à 49 $\frac{3}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 47 : 34, & : : 239 : 156 par les expériences précédentes (*article XVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 286 à 190 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du plomb.

4°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 7 par l'expérience préſente, & : : 55 $\frac{1}{2}$: 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XVI*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 47 : 31, & : : 169 à 109 par les expériences précédentes (*article XVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 216 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & du biſmuth.

5°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 6 par l'expérience préſente, & : : 71 $\frac{1}{2}$: 33 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XVI*) ; ainſi, en ajoutant ces temps, on aura 87 à 39 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur pre-

mier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 47 : 29, & par les expériences précédentes (*article XVI*) : : 219 : 126; on aura, en ajoutant ces temps, 266 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'émeril & de l'antimoine.

6°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'argent au point de les tenir : : 36 $\frac{1}{2}$; 32 $\frac{1}{2}$; & : 109 : 98 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du plomb au point de pouvoir les tenir : : 12 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{4}$ par l'expérience préſente, & : : 60 $\frac{1}{2}$: 41 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XVI*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 73 à 43 $\frac{3}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 39 : 33, & par les expériences précédentes (*article XVI*) : : 181 : 156, on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 189 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du plomb.

8°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth au point de pouvoir les tenir : : 12 $\frac{1}{2}$: 7 par la préſente expérience; & : : 46 $\frac{1}{2}$ 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XVI*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 39 : 31, & : : 137 : 109 par les expériences

périences précédentes (*article XVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 176 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du biſmuth.

9°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de les tenir : : 12 $\frac{1}{2}$: 6 par la préſente expérience ; & : : 60 $\frac{1}{2}$ 33 $\frac{1}{2}$ pat les expériences précédentes (*article XVI*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 73 à 39 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport trouvé par l'expérience préſente étant : : 39 : 29, & : : 181 : 126 par les expériences précédentes (*art. XVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 220 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de l'antimoine.

10°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du plomb au point de pouvoir les tenir : : 32 $\frac{1}{2}$: 23 $\frac{1}{4}$, & : : 98 : 90 pour leur entier refroidiſſement.

11°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth au point de les tenir : : 32 $\frac{1}{2}$: 20 $\frac{1}{2}$, & : : 98 : 87 pour leur entier refroidiſſement.

12°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de pouvoir les tenir : : 32 $\frac{1}{2}$: 18 $\frac{1}{2}$, & : : 98 : 75 pour leur entier refroidiſſement.

13°. Que le temps du refroidiſſement du

plomb eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth au point de les tenir : : 8 $\frac{1}{4}$: 7 par la préſente expérience, & : : 32 : 28 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XVI*); on aura, en ajoutant ces temps 40 $\frac{1}{4}$ à 35 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 34 : 31, & : : 117 : 109 par les expériences précédentes (*article XVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 141 à 140 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & du biſmuth.

14°. Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de pouvoir les tenir : : 8 $\frac{1}{4}$: 6 par l'expérience préſente, & par les expériences précédentes (*article XVI*) : : 41 $\frac{1}{2}$: 33 $\frac{1}{2}$; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 49 $\frac{3}{4}$ à 39 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience étant : : 34 : 29, & : : 156 : 126 par les expériences précédentes (*art. XVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 190 à 155 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du plomb & de l'antimoine.

15°. Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de pouvoir les tenir : : 7 : 6 par la préſente expérience, & : : 28 $\frac{1}{2}$: 26 par les expériences précédentes (*article XVI*); ainſi on aura, en ajoutant

ces temps, 35 ½ : 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 31 : 29, & : : 109 : 98 par les expériences précédentes (*article XVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 127 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du bismuth & de l'antimoine.

XVIII.

On a mis dans le même four un boulet de verre, un nouveau boulet d'étain, un de cuivre & un de fer pour en faire une premiere comparaison, & ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Etain, en 8	En 27
Verre, en 8½	En 22
Cuivre, en 14	En 42
Fer, en 16	En 50

XIX.

La même expérience répetée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Etain, en 7½	En 21
Verre, en 8	En 23
Cuivre, en 12	En 36
Fer, en 15	En 47

X X.

Par une troiſième expérience, les boulets chauffés pendant un plus long temps, mais à une chaleur un peu moindre, ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température*	
	minutes.		minutes.
Etain, en	$8\frac{1}{2}$	En	22
Verre, en	9	En	24
Cuivre, en	15	En	43
Fer, en	17	En	46

XXI.

Par une quatrième expérience répétée; les mêmes boulets chauffés à un feu plus ardent, ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température*	
	minutes.		minutes.
Etain, en	$8\frac{1}{2}$	En	25
Verre, en	9	En	25
Cuivre en	$11\frac{1}{2}$	En	35
Fer, en.......	14	En	43

Il réſulte de ces expériences répétées quatre fois:

1°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du cuivre au point de les tenir : : 62 : $52\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & : : 99 ; $85\frac{1}{2}$ par

les expériences précédentes (*article XI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 161 à 138 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant: : 186 : 156, & par les expériences précédentes (*article XI*): : 280 : 249; on aura, en ajoutant ces temps, 466 à 405 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & du cuivre.

2°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du verre au point de les tenir : : 62 : 34 $\frac{1}{2}$, & : : 186 : 97 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'étain au point de pouvoir les tenir : : 62 : 32 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences; & : : 69 $\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes (*article XI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 131 $\frac{1}{2}$ à 64 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes étant: : 186 : 92, & : : 274 : 134 par les expériences précédentes (*article XI*); on aura, en ajoutant ces temps, 460 à 226 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'étain.

4°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du verre au point de les tenir : : 51 $\frac{1}{2}$: 34 $\frac{1}{2}$, & : : 157 : 97 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du cuivre, est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 52 $\frac{1}{2}$:

32 $\frac{1}{2}$ par les expériences préſentes ; & : : 84 : 43 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XI*) ; ainſi on aura en ajoutant ces temps, 136 $\frac{1}{2}$ à 76 pour le rapport précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 157 : 92, & par les expériences précédentes (*art. XI*) : : 247 : 132 ; on aura, en ajoutant ces temps, 304 à 224 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

6.º Que le temps du refroidiſſement du verre, eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 24$\frac{1}{2}$: 32$\frac{1}{2}$, & : : 97 : 92 pour leur entier refroidiſſement.

XXII.

On a fait chauffer enſemble les boulets d'or, de verre, de porcelaine, de gyps & de grès, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Gyps, en	5	En	14
Porcelaine, en . .	8$\frac{1}{2}$	En	25
Verre, en	9	En	26
Grès, en	10	En	30
Or, en	14$\frac{1}{2}$	En	45

XXIII.

La même expérience répétée ſur les mêmes boulets, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température*	minutes.
Gyps, en	4	En	13
Porcelaine, en . .	7	En	22
Verre, en	$9\frac{1}{2}$	En	24
Grès, en	$9\frac{1}{2}$	En	33
Or, en	$13\frac{1}{2}$	En	41

XXIV.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température,*	minutes.
Gyps, en	$2\frac{1}{2}$	En	12
Porcelaine, en . .	$5\frac{1}{2}$	En	19
Verre, en	$8\frac{1}{2}$	En	20
Grès en	$8\frac{1}{2}$	En	25
Or, en	10	En	32

Il résulte de ces trois expériences :

1°. Que le temps du refroidissement de l'or, est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 38 : 28, & : : 118 : 90 pour leur entier refroidissement.

2°. Que le temps du refroidissement de l'or, est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : 38 : 27, & : : 118 : 70 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'or, est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir : : 38 : 21, & : : 118 : 66 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement de l'or, est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 38 : 12 $\frac{1}{2}$, & : : 118 : 39 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du grès, est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : 28$\frac{1}{2}$: 27, & : : 90 : 70 pour leur entier refroidissement.

6°. Que le temps du refroidissement du grès, est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir : : 28$\frac{1}{2}$: 21, & : : 90 : 66 pour leur entier refroidissement.

7°. Que le temps du refroidissement du grès, est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 28$\frac{1}{2}$: 12$\frac{1}{2}$, & : : 90 : 39 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement du verre, est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir : : 27 : 21, & : : 70 : 66 pour leur entier refroidissement.

9°. Que le temps du refroidissement du verre, est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 27 : 12$\frac{1}{2}$, & : : 70 : 39 pour leur entier refroidissement.

10°. Que le temps du refroidissement de la porcelaine, est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 21 : 12$\frac{1}{2}$, & : : 66 : 39 pour leur entier refroidissement.

XXV.

On a fait chauffer de même les boulets

d'argent, de marbre commun, de pierre dure, de marbre blanc & de pierre calcaire tendre d'Anieres près de Dijon.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en 8	En 25
Pierre dure, en . . 10	En 34
Marbre commun, en 11	En 35
Marbre blanc, en 12	En 36
Argent, en . . . 13½	En 40

XXVI.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre en 9	En 27
Pierre calcaire dure, en 11	En 37
Marbre commun, en 13	En 40
Marbre blanc, en 14	En 40
Argent, en 16	En 43

XXVII.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en 9	En 26
Pierre calcaire dure, en . . . . $10\frac{1}{2}$	En 36
Marbre commun, en $12\frac{1}{2}$	En 38
Marbre blanc, en $13\frac{1}{2}$	En 39
Argent, en 16	En 42

Il résulte de ces trois expériences :

1°. Que le temps du refroidissement de l'argent, est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de les tenir :: $45\frac{1}{2}$: $39\frac{1}{2}$, & :: 125 : 115 pour leur entier refroidissement.

2°. Que le temps du refroidissement de l'argent, est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir :: $45\frac{1}{2}$: 36, & :: 125 : 113 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'argent, est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir :: $45\frac{1}{2}$: $31\frac{1}{2}$, & :: 125 : 107 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement de l'argent, est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir :: $45\frac{1}{2}$: 26, & :: 125 : 78 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc, est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir

: : 39½ : 36, & : : 115 : 113 pour leur entier refroidissement.

6°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc, est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir : : 39½ : 31½, & : : 115 : 107 pour leur entier refroidissement.

7°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc, est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 39½ : 26, & : : 115 : 78 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement du marbre commun, est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir : : 36 : 31½, & : : 113 : 109 pour leur entier refroidissement.

9°. Que le temps du refroidissement du marbre commun, est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 36 : 26, & : : 113 : 78 pour leur entier refroidissement.

10°. Que le temps du refroidissement de la pierre dure, est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 31½ : 26, & : : 107 : 78 pour leur entier refroidissement.

XXVIII.

On a mis dans le même four bien chauffé, des boulets d'or, de marbre blanc, de marbre commun, de pierre dure & de pierre tendre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en 9	En 29
Marbre commun, en 11½	En 35
Pierre dure, en . . 11½	En 35
Marbre blanc, en 13	En 35
Or, en 15½	En 45

XXIX.

La même expérience répétée à une moindre chaleur, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en 6	En 19
Pierre dure, en 8	En 25
Marbre commun, en 9½	En 26
Marbre blanc, en 10	En 29
Or, en 12	En 37

XXX.

La même expérience répétée une troisième fois, les boulets chauffés à un feu plus ardent, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre tendre, en 7	En 20

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Pierre dure, en	8	En	24
Marbre commun, en	$8\frac{1}{2}$	En	20
Marbre blanc, en	9	En	28
Or, en	12	En	35

Il résulte de ces trois expériences:

1°. Que le temps du refroidissement de l'or, est à celui du refroidissement du marbre blanc au point de les tenir : : $39\frac{1}{2}$: 32, & : : 117 : 92 pour leur entier refroidissement.

2°. Que le temps du refroidissement de l'or, est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2}$: $29\frac{1}{2}$, & : : 117 : 87 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'or, est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2}$: $27\frac{1}{2}$, & : : 117 : 86 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement de l'or, est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : $39\frac{1}{2}$: 22, & : : 117 : 68 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de les tenir : : 32 : 29, & : : 92 : 87 pour leur entier refroidissement.

6°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement

de la pierre dure, au point de les tenir : : 32 : $27\frac{1}{2}$, & : : 92 : 84 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 32 : 22, & : : 92 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

8°. Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir : : 29 : $27\frac{1}{2}$, & : : 87 : 84 pour leur entier refroidiſſement.

9°. Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 29 : 22, & : : 87 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir : : $27\frac{1}{2}$: 22, & : : 84 : 68 pour leur entier refroidiſſement.

XXXI.

On a mis dans le même four les boulets d'argent, de grès, de verre, de porcelaine & de gyps, ils ſe ſont refroidis dans l'orde ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en 3	En 14
Porcelaine, en . . . $6\frac{1}{2}$	En 17
Verre, en . . . . . $8\frac{1}{2}$	En 20
Grès, en 9	En 27
Argent, en . . . . $12\frac{1}{2}$	En 35

XXXII.

La même expérience répétée, & les boulets chauffés à une chaleur moindre, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Gyps, en	3	En	13
Porcelaine, en . .	7	En	19
Verre, en	$8\frac{1}{2}$	En	22
Grès, en	$9\frac{1}{2}$	En	26
Argent, en	12	En	34

XXXIII.

La même expérience répétée une troisième fois, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Gyps, en	3	En	12
Porcelaine, en . .	6	En	17
Verre, en	$7\frac{3}{4}$	En	20
Grès, en	8	En	27
Argent, en	$11\frac{1}{2}$	En	34

Il résulte de ces trois expériences:

1°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 36 : $26\frac{1}{2}$, & : : 103 : 80 pour leur entier refroidissement.

2°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : 36 : 25, & : : 103 : 61 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de les tenir : : 36 : 20, & : : 103 : 54 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 36 : 9, & : : 103 : 39 pour leur entier refoidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : 26 $\frac{1}{3}$: 25 par les expériences présentes, & : : 28 $\frac{1}{2}$: 27 par les expériences précédentes (*art. XXIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 52 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 80 : 62, & : : 90 : 70 par les expériences précédentes (*art. XXIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du verre.

6°. Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement de la porcelaine, au point de pouvoir les tenir : : 26 $\frac{1}{2}$: 19 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 28 $\frac{1}{2}$: 21 par les expériences précédentes (*art. XXIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps 55 à 40 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus

précis

précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 80 : 54, & : : 90 : 66 par les précédentes expériences (*art. XXIV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 270 à 120 pour le rapport plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & de la porcelaine.

7°. Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 26 ½ : 9 par les expériences préſentes, & : : 28 ½ : 12 ½ par les expériences précedentes (*art. XXIV*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 55 à 21 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience étant : : 88 : 39, & : : 90 : 39 par les expériences précédentes (*article XXIV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 170 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grés & du gyps.

8°. Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de la porcelaine, au point de les tenir : : 25 : 19 par les préſentes expériences, & : : 27 : 21 par les expériences précédentes (*art. XXIV*) ; ainſi, en ajoutant ces temps, on aura 52 à 40 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes étant : : 62 : 51, & : : 70 : 66 par les expériences précédentes (*art. XXIV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier re-

froidissement du verre & de la porcelaine.

9°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 25 : 9 par les présentes expériences, & : : 27 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XXIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 52 à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 72 : 39, & : : 70 : 39 par les expériences précédentes (*article XXIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de verre & du gyps.

10°. Que le temps du refroidissement de la porcelaine est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 19 $\frac{1}{2}$: 9 par les présentes expériences, & : : 21 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 40 $\frac{1}{2}$ à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 54 : 39, & par les expériences précédentes (*art. XXIV*) : : 66 : 39; on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 78 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la porcelaine & du gyps.

XXXIV.

On a mis dans le même four les boulets d'or, de craie blanche, d'ocre & de glaise, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Craie, en	6	En	15
Ocre, en	$6\frac{1}{2}$	En	16
Glaiſe, en	7	En	18
Or, en	12	En	36

XXXV.

La même expérience répétée avec les mêmes boulets & un boulet de plomb, leur refroidiſſement s'eſt fait dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Craie, en	4	En	11
Ocre, en	5	En	13
Glaiſe, en	$5\frac{1}{2}$	En	15
Plomb, en	7	En	18
Or, en	$9\frac{1}{2}$	En	29

Il réſulte de ces deux expériences :

1.° Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : $9\frac{1}{2}$: 7 par l'expérience préſente, & : : 38 : 24 par les expériences précédentes (*art. XVI*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $47\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 29 : 18, & : : 115 : 90 par les expériences précédentes (*article XVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 144 à 108 pour le rap-

port encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & du plomb.

2°. Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir : : 21 ½ : 12 ½, & : : 65 : 33 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : 21 ½ : 11 ½, & : : 65 : 29 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir : : 21 ½ : 10, & : : 67 : 26 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir : : 7 : 5 ½, & : : 18 : 15 pour leur entier refroidissement.

6°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : 7 : 5, & : : 18 : 13 pour leur entier refroidissement.

7°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir : : 7 : 4, & : : 18 : 11 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement de le glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : 12 ½ : 11 ½, & : : 33 : 29 pour leur entier refroidissement.

9°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 12 $\frac{1}{2}$: 10, & : : 33 : 26 pour leur entier refroidissement.

10°. Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 11$\frac{1}{2}$: 10, & : : 29 : 26 pour leur entier refroidissement.

XXXVI.

On a mis dans le même four les boulets de fer, d'argent, de gyps, de pierre ponce & de bois, mais à un degré de chaleur moindre, pour ne point faire brûler le bois, & ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Pierre-ponce, en .	2	En	5
Bois, en	2	En	6
Gyps, en	2$\frac{1}{2}$	En	11
Argent, en	10	En	35
Fer, en.	13	En	40

XXXVII.

La même expérience répétée à une moindre chaleur, les boulets se sont refoidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température actuelle.* minutes.	
Pierre-ponce, en .	$1\frac{1}{2}$	En	4
Bois, en	2	En	5
Gyps, en	$2\frac{1}{2}$	En	9
Argent, en	7	En	24
Fer, en	$8\frac{1}{2}$	En	31

Il résulte de ces expériences :

1°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : $21\frac{1}{2}$: 17 par les présentes expériences, & : : $45\frac{1}{2}$: 34 par les expériences précédentes (*article XI*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 67 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 71 : 59, & : : 138 : 97 par les expériences précédentes (*article XI*) on aura, en joutant ces temps, 209 à 156 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'argent.

2°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : $21\frac{1}{2}$: 5, & : : 71 : 20 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du bois, au point de pouvoir les tenir : : $21\frac{1}{2}$: 4, & : : 71 : 11 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre

ponce, au point de les tenir : : 21$\frac{1}{2}$: 3$\frac{1}{2}$, & : : 71 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

5°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 17 : 5, & : : 59 : 30 pour leur entier refroidiſſement.

6°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir : : 17 : 4. & : : 59 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir : : 17 : 3$\frac{1}{2}$, & : : 59 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

8°. Que le temps du refroidiſſement du gyps eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de pouvoir les tenir : : 5 : 4, & : : 20 : 11 pour leur entier refroidiſſement.

9°. Que le temps du refroidiſſement du gyps eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de pouvoir les tenir : : 5 : 3$\frac{1}{2}$, & : : 20 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement du bois eſt à celui du refroidiſſement de la pierre ponce, au point de les tenir : : 4 : 3$\frac{1}{2}$, & : : 11 : 9 pour leur entier refroidiſſement.

XXXVIII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'or, d'argent de pierre tendre & de gyps, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant:

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en	$4\frac{1}{2}$	En	14
Pierre tendre, en	12	En	27
Argent en	16	En	42
Or, en	18	En	47

Il résulte de cette expérience :

1°. Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 18 : 16 par l'expérience présente, & : : 62 : 55 par les expériences précédentes (*article XV*) ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 71 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 35 : 42, & : : 187 : 159 par les expériences précédentes (*art. XV*); on aura, en ajoutant ces temps, 234 à 201 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de l'argent.

2°. Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 18 : 12, & : : 39 $\frac{1}{2}$: 23 par les expériences précédentes (*article XXX*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 57 $\frac{1}{2}$ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 47 : 27, & par les expériences précédentes (*art.. XXX*) : : 117 : 68; on aura, en ajoutant ces temps, 164 à 95 pour le rapport encore plus précis

de

de l'entier refroidiſſement de l'or & de la pierre tendre.

3°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 18 : 4 $\frac{1}{2}$, & : : 38 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XXIV*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 17 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 47 : 14, & : : 118 : 39 par les expériences précédentes (*art. XXIV*) on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 53 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidiſſement.

4°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 16 : 12 par la préſente expérience, & : : 45 $\frac{1}{2}$: 26 par les expériences précédentes (*art. XXVII*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 61 $\frac{1}{2}$ à 38 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 42 : 27, & : : 125 : 78 par les expériences précédentes (*article XXVII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 167 à 105 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'argent & de la pierre tendre.

5°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : 16 : 4 $\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & : : 17 : 5 par les

expériences précédentes (*art. XXXVI*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 33 à $9\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente étant : : 42 : 14, & : : 59 : 20 par les expériences précédentes *art.* (*XXXVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 34 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'argent & du gyps.

6°. Que le temps du refroidiſſement de la pierre tendre eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 12 : $4\frac{1}{2}$, & : : 72 : 14 pour leur entier refroidiſſement.

XXXIX.

AYANT fait chauffer pendant vingt minutes, c'eſt-à-dire, pendant un temps à-peu-prés double de celui qu'on tenoit ordinairement les boulets au feu, qui étoit communément de dix minutes, les boulets de fer, de cuivre, de verre de plomb & d'étain, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Etain, en	10	En	25
Plomb, en.	11	En	30
Verre, en	12	En	35
Cuivre, en	$16\frac{1}{2}$	En	44
Fer, en	$20\frac{1}{2}$	En	50

Il réſulte de cette expérience qui a été faite avec la plus grande précaution:

1°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du cuivre, au point de pouvoir les tenir : : 20 $\frac{1}{2}$: 16 $\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & : : 161 : 138 par les expériences précédentes (*article XXI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 181 $\frac{1}{2}$ à 154 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 50 : 44, & : : 466 : 405 par les expériences précédentes (*article XXI*); on aura, en ajoutant ces temps, 516 à 449 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & du cuivre.

2°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du verre, au point de pouvoir les tenir : : 20 $\frac{1}{2}$: 12 par l'expérience présente, & : : 62 : 35 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 82 $\frac{1}{2}$ à 46 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 50 : 35, & : : 186 : 97 par les expériences précédentes (*art. XXI*); on aura, en ajoutant ces temps, 236 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & du verre.

3°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 20 $\frac{1}{2}$: 11 par la présente expérience, & : : 53 $\frac{1}{2}$: 27 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article IV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 38 pour le rapport plus précis de leur pre-

mier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 50 : 30, & : : 142 : 94 ½ par les expériences précédentes (*article IV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 192 à 124 ½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du plomb.

4°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 20 ½ : 10, & : : 131 : 64 ½ par les expériences précédentes (*article XXI*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 152 à 74 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 50 : 25, & : : 460 : 226 par les expériences précédentes (*art. XXI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 510 à 251 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & de l'étain

5°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du verre, au point de les tenir : : 16 ½ : 12 par la préſente expérience, & : : 52 ½ : 34 ½ par les expériences précédentes (*art. XXI*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 46 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 44 : 35, & : : 157 : 97 par les expériences précédentes (*article XXI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 201 à 132 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & du verre.

6°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir : : 16 $\frac{1}{2}$: 11 par la préſente expérience, & : : 45 : 27 par les expériences précédentes (*article V*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 61 $\frac{1}{2}$ à 38 pour le rapport plus précis de leur prmier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 44 : 30, & : : 125 : 94 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article V*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 169 à 124 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & du plomb.

7°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 16 $\frac{1}{2}$: 10 par l'expérience préſente, & : : 136 $\frac{1}{2}$: 76 par les expériences précédentes (*art. XXI*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 153 à 86 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 44 : 25, & : : 304 : 224 par les expériences précédentes (*article XXI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 348 à 249 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

8°. Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 12 : 11, & : : 35 : 30 pour leur entier refroidiſſement.

9°. Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement de l'étain,

au point de les tenir : : 12 : 10 par la présente expérience, & : : 34 $\frac{1}{2}$: 32 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXI*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 42 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 35 : 25, & : : 97 : 92 par les expériences précédentes (*art. XXI*) on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'étain.

10°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : 11 : 10 par la présente expérience, & : : 25 $\frac{1}{2}$: 21 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article VIII*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 36 $\frac{1}{2}$ à 31 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 30 : 25, & : : 79 $\frac{1}{2}$: 64 par les expériences précédentes (*article VIII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 109 $\frac{1}{2}$ à 89 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'étain.

XL.

Ayant mis chauffer ensemble les boulets de cuivre, de zinc, de bismuth, d'étain & d'antimoine, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en . . 8	En 24
Bismuth, en . . . 8	En 23
Etain, en 8½	En 25
Zinc, en 12	En 30
Cuivre, en 14	En 40

XLI.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en . . 8	En 23
Bismuth, en 8	En 24
Etain, en 9½	En 25
Zinc, en 12	En 38
Cuivre, en 14	En 40

Il résulte de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du zinc, au point de les tenir : : 28 : 24, & : : 80 : 68 pour leur entier refroidissement.

2°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : 28 : 18 par les présentes expériences, & : : 153 : 86 par les expériences précédentes (*art. XXXIX*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 181 à 104 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second,

le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 80 : 47, & par les expériences précédentes (*article XXXIX*) : : 348 : 249; on aura, en ajoutant ces temps, 428 à 296 pour le rapport plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'étain.

3°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 28 : 16, & : : 80 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

4°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : 28 : 16, & : : 80 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

5°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 24 : 18, & : : 68 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

6°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 24 : 16 par les préſentes expériences, & : : 73 : 39 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XVII*); ainſi en ajoutant ces temps, on aura 97 à 55 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus precis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 68 : 47, & : : 220 : 155 par les expériences précédentes (*article XVII*); on aura, en ajoutant ces temps, 288 à 292 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de l'antimoine.

7°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſ-

muth, au point de pouvoir les tenir : : 24 : 16, & : : 59 : 35 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XVII*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 83 à 51 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 68 : 47, & : : 176 : 140 par les expériences précédentes (*article XVII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 187 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du bismuth.

8°. Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 18 : 16, & : : 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

9°. Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement du bismuth, au point de les tenir : : 18 : 16, & : : 50 : 47 pour leur entier refroidissement.

10°. Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 16 : 16 par la présente expérience, & : : 35 $\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes (*article XVII*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 51 $\frac{1}{2}$ à 48 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 47 : 47, & par les expériences précédentes (*art. XVII*) : : 140 : 127 ; on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 174 pour le rapport encore plus précis

de l'entier refroidiſſement du biſmuth & de l'antimoine.

XLII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'or, d'argent, de fer, d'émeril & de pierre dure, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire dure, en . . . . $11\frac{1}{4}$	En 32
Argent, en 13	En 37
Or, en 14	En 40
Emeril, en . . . . . $15\frac{1}{2}$	En 46
Fer, en. 17	En 51

Il réſulte de cette expérience :

1°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'émeril, au point de pouvoir les tenir : : 17 : $15\frac{1}{2}$, & : : 51 : 46 pour leur entier refroidiſſement.

2°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 17 : 14 par la préſente expérience, & : : $45\frac{1}{2}$: 37 par les expériences précédentes (*article XI*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $62\frac{1}{2}$ à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 51 : 40, & : : 138 : 114 par les expériences précédentes (*article XI*); on aura, en ajoutant ces temps, 189 à 154 pour le rapport

encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'or.

3°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir : : 17 : 13 par la présente expérience, & : : 67 : 51 par les expériences précédentes (*art. XXXVII*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 84 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 51 : 37, & : : 209 : 156 par les expériences précédentes (*art. XXXVII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 260 à 193 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du fer & de l'argent.

4°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir : : 17 : 11 $\frac{1}{4}$, & : : 51 : 52 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'or, au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 14 par la présente expérience, & : : 44 : 38 par les expériences précédentes (*art. XVI*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 $\frac{1}{2}$ à 52 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 46 : 40, & : : 131 : 115 par les expériences précédentes (*art. XVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 177 à 115 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'or.

6°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'argent, au point de pouvoir les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 13 par la présente expérience, & : : 43 : 32 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XVII*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 58 $\frac{1}{2}$ à 45 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis du premier refroidissement de l'émeril & de l'argent ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 46 : 37, & : : 125 : 98 par les expériences précédentes (*art. XVII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 171 à 135 pour le rapport encore plus précis de leur entier refroidissement.

7°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la pierre dure, au point de les tenir : : 15$\frac{1}{2}$: 12, & : : 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'argent, au point de les tenir : : 14 : 13 par la présente expérience, & : : 80 : 71 par les expériences précédentes (*art. XXXVIII*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 94 à 84 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 40 : 37, & : : 234 : 201 par les expériences précédentes (*art. XXXVIII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 274 à 238 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de l'argent.

9°. Que le temps du refroidissement de

l'or eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir : : 14 : 12 par la préſente expérience, & : : $39\frac{1}{2}$: $27\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXX*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $53\frac{1}{2}$ à $39\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 40 : 32, & : : 117 : 86 par les expériences précédentes (*article XXX*); on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de la pierre dure.

10°. Que le temps du refroidiſſement de l'argent eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de pouvoir les tenir : : 13 : 12 par la préſente expérience, & : : $45\frac{1}{2}$: $31\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXVII*); ainſi en ajoutant ces temps, on aura, $58\frac{1}{2}$ à $43\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par l'expérience préſente, étant : : 37 : 32, & : : 125 : 107 par les expériences précédentes (*article XXVIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 162 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'argent & de la pierre dure.

XLIII.

Ayant fait chauffer enſemble les boulets de plomb, de fer, de marbre blanc, de grès,

de pierre tendre, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en . . . . $6\frac{1}{2}$	En 20
Plomb, en 8	En 29
Grès, en . . . . . . $8\frac{1}{2}$	En 29
Marbre blanc, en $10\frac{1}{2}$	En 29
Fer, en 15	En 43

XLIV.

La même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Pierre calcaire tendre, en 7	En 21
Plomb, en 8	En 28
Grès, en . . . . . $8\frac{1}{2}$	En 28
Marbre blanc, en $10\frac{1}{2}$	En 30
Fer, en 16	En 45

Il réſulte de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de les tenir : : 31 : 21, & : : 88 : 59 pour leur entier refroidiſſement.

2°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir : : 31 : 17 par la pré-

ſente expérience, & : : 53 ½ : 32 par les expériences précédentes (*art. IV*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 84 ½ à 49 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 88 : 57, & : : 142 : 102 ½ par les expériences précédentes (*article IV*); on aura, en ajoutant ces temps, 230 à 159 ½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du grès.

3°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 31 : 16 par les expériences préſentes, & : : 74 : 38 par les expériences précédentes (*article XXXIX*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 105 à 54 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 98 : 57, & : : 192 : 124 ½ par les expériences précédentes (*article XXXIX*); on aura en ajoutant ces temps, 280 à 181 ½ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du fer & du plomb.

4°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir : : 31 : 13, & : : 88 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

5°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir : : 21 : 17,

& : : 59 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

6°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du plomb au point de les tenir : : 21 : 16, & : : 59 : 57 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la pierre calcaire tendre, au point de les tenir : : 21 : 13½ par les préſentes expériences, & : : 32 : 23 par les expériences précédentes (*art. XXX*); ainſi en ajoutant ces temps, on aura 53 à 36½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 59 : 41, & : : 92 : 68 par les expériences précédentes (*article XXX*); on aura, en ajoutant ces temps, 151 à 159 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & de la pierre calcaire tendre.

8°. Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de les tenir : : 17 : 16 par les expériences préſentes, & : : 42½ : 35½ par les expériences précédentes (*art. VIII*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59½ à 51½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 57 : 57, & : : 130 : 121½ par les expériences précédentes (*art. VIII*); on

on aura, en ajoutant ces temps, 187 à 178 $\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & du plomb.

9°. Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir : : 17 : 13 $\frac{1}{2}$, & : : 57 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 16 : 13 $\frac{1}{2}$, & : : 57 : 41 pour leur entier refroidiſſement.

XLV.

On a fait chauffer enſemble les boulets de gyps, d'ocre, de craie, de glaiſe & de verre, & voici l'ordre dans lequel ils ſe ſont refroidis.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température*	minutes.
Gyps, en	3 $\frac{1}{2}$	En	15
Ocre, en	5 $\frac{1}{2}$	En	16
Craie, en	5 $\frac{1}{2}$	En	16
Glaiſe, en	7	En	18
Verre, en	8 $\frac{1}{2}$	En	24

XLVI.

La même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.		*Refroidis à la température.* minutes.	
Gyps, en	$3\frac{1}{2}$	En	14
Ocre, en	$5\frac{1}{2}$	En	16
Craie, en	$5\frac{1}{2}$	En	16
Glaise, en	$6\frac{1}{2}$	En	18
Verre, en	8	En	22

Il résulte de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidissement du verre, est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir : : $16\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$, & : : 46 : 36 pour leur entier refroidissement.

2°. Que le temps du refroidissement du verre, est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : $16\frac{1}{2}$: 11, & : : 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre au point de les tenir : : $16\frac{1}{2}$: 11, & : : 46 : 32 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : $16\frac{1}{2}$: 7 par la présente expérience, & : : 52 : $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXXIII*) ; ainsi on aura en ajoutant ces temps, $68\frac{1}{2}$ à $28\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 46 : 29, & : : 32 : 78 par les expériences précédentes (*article XXXIII*) ; on aura en ajoutant ces temps, 178 à 107 pour le

rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & du gyps.

5°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir : : $13\frac{1}{2}$: 11 par la présente expérience, & : : $12\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes (*article* XXXV); ainsi on aura en ajoutant ces temps, 26 à 21 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 36 : 32, & : : 33 : 26 par les expériences précédentes (*article* XXXV); on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 58 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de la craie.

6°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : $13\frac{1}{2}$: 11 par les présentes expériences, & : : $12\frac{1}{2}$: $11\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article* XXXV); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 36 : 32, & : : 33 : 29 par les expériences précédentes (*article* XXXV); on aura, en ajoutant ces temps, 69 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

7°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : $13\frac{1}{2}$: 17, & : : 36 : 29 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement de

la craie eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : 11 : 11 par les préſentes expériences, & : : 10 : 11½ par les précédentes expériences (*article XXXV*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 21 à 22½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 32 : 32, & : : 26 : 29 par les expériences précédentes (*article XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 58 à 61 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la craie & de l'ocre.

9°. Que le temps du refroidiſſement de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 11 : 7, & : : 32 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement de l'ocre eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 11 : 7, & : : 32 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

XLVII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets de zinc, d'étain, d'antimoine, de grès & de marbre blanc, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Antimoine, en. . .	6	En	16
Etain, en	6½	En	20
Grès en	8	En	26
Marbre blanc, en	9½	En	29
Zinc, en	11½	En	35

XLVIII.

La même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Antimoine, en . . 5	En 13
Etain, en 6	En 16
Grès, en 7	En 21
Marbre blanc, en . 8	En 24
Zinc, en . . . . . $9\frac{1}{2}$	En 30

Il réſulte de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidiſſement du zinc, eſt à celui du refroidiſſement du marbre blanc, au point de les tenir : : 21 : $17\frac{1}{2}$, & : : 65 : 53 pour leur entier refroidiſſement.

2°. Que le temps du refroidiſſement du zinc, eſt à celui du refroidiſſement du grès, au point de les tenir : : 21 : 15, & : : 65 : 47 pour leur entier refroidiſſement.

3°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 21 : $12\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & : : 24 : 18 par les expériences précédentes (*article XLI*) ; ainſi, en ajoutant ces temps, on aura 45 à $30\frac{1}{2}$ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 65 : 36, & par les expériences précédentes (*art. XLI*) : : 68 : 47 ; on aura, en ajoutant ces temps, 133 à 83 pour le rapport encore plus précis de

l'entier refroidissement du zinc & de l'étain.

4°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de les tenir : : 21 : 11 par les présentes expériences, & : : 73 : 39½ par les expériences précédentes (*article XVII*); ainsi en ajoutant ces temps, on aura 94 à 50½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 65 : 29, & : : 220 : 155 par les expériences précédentes (*art. XVII*); on aura, en ajoutant ces temps, 285 à 184 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & de l'antimoine.

5°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de pouvoir les tenir : : 17½ : 15 par les expériences présentes, & : : 21 : 17 par les expériences précedentes (*art. XLIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 38½ à 32 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 53 : 47, & : : 59 : 57 par les expériences précédentes (*article XLIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 112 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc & du grès.

6°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : 17½ : 12½, & : : 53 : 36 pour leur entier refroidissement.

7°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : $17\frac{1}{2}$: 11, & : : 53 : 36 pour leur entier refroidiſſement.

8°. Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 15 : $12\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & : : 30 : $21\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. VIII*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 45 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 47 : 36, & : : 84 : 64 par les expériences précédentes (*art. VIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 131 à 100 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & de l'étain.

9°. Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 15 : 11, & : : 47 : 29 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine au point de pouvoir les tenir : : $12\frac{1}{2}$: 11 par les préſentes expériences, & : : 18 : 16 par les expériences précédentes (*article XL*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $30\frac{1}{2}$ à 27 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 36 : 29, & : : 47 : 47 par les expériences précédentes (*art. XL*); on aura,

en ajoutant ces temps, 83 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'étain & de l'antimoine.

XLIX.

On a fait chauffer enſemble les boulets de cuivre, d'émeril, de biſmuth, de glaiſe & d'ocre, & ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Ocre, en 6	En 18
Biſmuth, en . . . 7	En 22
Glaiſe, en 7	En 23
Cuivre, en 13	En 36
Emeril, en 15½	En 43

L.

La même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Ocre, en 5½	En 13
Biſmuth, en . . . 6	En 18
Glaiſe, en 6	En 19
Cuivre, en 10	En 30
Emeril, en 11½	En 38

Il réſulte de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement du cuivre,

cuivre, au point de les tenir : : 27 : 23, & : : 81 : 66 pour leur entier refroidissement.

2°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir : : 27 : 13, & : : 81 : 42 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bismuth au point de les tenir : : 27 : 13 par les présentes expériences, & : : 71 : 35 ½ par les expériences précédentes (*article XVII*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 98 à 48½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 81 : 40, & par les expériences précédentes (*article XVII*) : : 216 : 140; on aura, en ajoutant ces temps, 297 à 180 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & du bismuth.

4°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : 27 : 11½, & : : 81 : 31 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir : : 23 : 13, & : : 66 : 42 pour leur entier refroidissement.

6°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 23 : 13 par les présentes expériences; & : : 28 : 16 par les expériences précédentes (*article XLI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps,

51 à 39 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences étant : : 66 : 40, & : : 80 : 47 par les expériences précédentes (*article XLI*); on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & du bismuth.

7°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : 33 : $11\frac{1}{2}$, & : : 66 : 31 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du bismuth, au point de pouvoir les tenir : : 13 : 13, & : : 42 : 41 pour leur entier refroidissement.

9°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : 13 : $11\frac{1}{2}$ par les expériences présentes, & : : 26 : $22\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XLVI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 39 à 34 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 42 : 31, & : : 69 : 61 par les expériences précédentes (*article XLVI*), on aura, en joutant ces temps, 111 à 92 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

10°. Que le temps du refroidissement du bismuth est à celui du refroidissement de l'ocre, pour pouvoir les tenir : : 13 : $11\frac{1}{2}$,

& : : 32 : 31 pour leur entier refroidissement.

LI.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de fer, de zinc, de bismuth, de glaise & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en	$6\frac{1}{2}$	En	18
Bismuth, en	7	En	19
Glaise, en	8	En	20
Zinc, en	15	En	25
Fer, en	19	En	45

LII.

La même expérience répetée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Craie, en	7	En	20
Bismuth, en	$7\frac{1}{2}$	En	21
Glaise, en	9	En	24
Zinc, en	16	En	34
Fer, en	$21\frac{1}{2}$	En	53

On peut conclure de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidissement du fer est à celui du refroidissement du zinc,

au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$: 31, & : : 98 : 59 pour leur entier refroidiſſement.

2°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$: $14\frac{1}{2}$, & : : 98 : 40 pour leur entier refroidiſſement.

3°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$: 17, & : : 98 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

4°. Que le temps du refroidiſſement du fer eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : $40\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$, & : : 98 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

5°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du biſmuth, au point de les tenir : : 31 : $14\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & : : $34\frac{1}{2}$: $20\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XV*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $65\frac{1}{2}$ à 35 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 59 : 40, & : : 100 : 80 par les expériences précédentes (*article XV*); on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du biſmuth.

6°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : : 31 : 17, & : : 59 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement de la craie,

au point de les tenir : : 31 : $12\frac{1}{2}$, & : : 59 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

8°. Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : : $14\frac{1}{2}$: 17 par les préſentes expériences ; & : : 13 : 13 par les expériences précédentes (*art. L*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $27\frac{1}{2}$ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 40 : 44, & : : 41 : 42 par les expériences précédentes (*art. L*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 86 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du biſmuth & de la glaiſe.

9°. Que le temps du refroidiſſement du biſmuth eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : $14\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$, & : : 40 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement de la glaiſe eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : 17 : $13\frac{1}{2}$ par les expériences préſentes, & : : 26 : 21 par les expériences précédentes (*art. XLVI*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 43 à $34\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 44 : 38, & : : 69 : 58 par les expériences précédentes (*art. XLVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de la glaiſe & de la craie.

LIII.

AYANT fait chauffer enſemble les boulets d'émeril, de verre, de pierre calcaire dure & de bois, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Bois, en . . . . $2\frac{1}{2}$	En 15
Verre, en . . . . . $9\frac{1}{2}$	En 28
Grès, en 11	En 34
Pierre calcaire dure, en 12	En 36
Emeril, en 15	En 47

LIV.

LA même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Bois, en 2	En 13
Verre, en . . . . $7\frac{1}{2}$	En 21
Grès, en 8	En 24
Pierre dure, en . $8\frac{1}{2}$	En 26
Emeril, en 14	En 42

Il réſulte de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de la pierre dure, au point de les tenir : : 21 :

$20\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : $15\frac{1}{2}$: 12 par les expériences précédentes (*article XLII*) ; ainsi en ajoutant ces temps, on aura $44\frac{1}{2}$ à $32\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 89 : 62, & : : 46 : 32 par les expériences précédentes (*article XLII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 135 à 94 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de la pierre dure.

2°. Que le temps du refroidissement de l'émeril, est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 29 : 19, & : : 89 : 58 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du verre au point de les tenir : : 29 : 17, & : : 89 : 49 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du bois au point de les tenir : : 29 : $4\frac{1}{2}$, & : : 89 : 28 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du grès au point de les tenir : : $20\frac{1}{2}$: 19, & : : 62 : 58 pour leur entier refroidissement.

6°. Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du verre au point de les tenir : : $20\frac{1}{2}$: 17, & : : 62 : 49 pour leur entier refroidissement.

7°. Que le temps du refroidissement de

la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir : : $20\frac{1}{2}$: $4\frac{1}{2}$, & : : 62 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

8°. Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du verre au point de les tenir : : 19 : 17 par les préſentes expériences, & : : 55 : 52 par les expériences précédentes (*art. XXXIII*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 74 à 69 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 58 : 49, & : : 170 : 132 par les expériences précédentes (*art. XXXIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 228 à 181 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du grès & du verre.

9°. Que le temps du refroidiſſement du grès eſt à celui du refroidiſſement du bois au point de pouvoir les tenir : : 15 : $4\frac{1}{2}$, & : : 58 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement du verre eſt à celui du refroidiſſement du bois au point de les tenir : : 17 : $4\frac{1}{2}$, & : : 49 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

LV.

Ayant fait chauffer enſemble les boulets d'or, d'étain, d'émeril, de gyps & de craie, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en 5	En 15
Craie, en . . . . . $7\frac{1}{2}$	En 21
Etain, en . . . . $11\frac{1}{2}$	En 30
Or, en 16	En 41
Emeril, en 20	En 49

L V I.

La même expérience répétée, les boulets ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en . . . 4	En 13
Grès, en . . . . . $6\frac{1}{2}$	En 18
Etain, en 10	En 27
Or, en 15	En 40
Emeril, en . . . 18	En 46

On peut conclure de ces expériences :

1°. Que le temps du refroidiſſement de l'émeril eſt à celui du refroidiſſement de l'or, au point de les tenir : : 38 : 31 par les expériences préſentes, & : : $59\frac{1}{2}$: 52 par les expériences précédentes (*art. XLII*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, $97\frac{1}{2}$ à 83 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences étant : : 95 : 81, & : : 166 : 155 par les expériences précédentes (*art. XLII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 261 à 236 pour le rapport

encore plus précis de l'entier refroidissement de l'émeril & de l'or.

2°. Que le temps du refroidissement de l'émeril, est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : 38 : 21 $\frac{1}{2}$, & : : 95 : 57 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir : : 38 : 14, & : : 95 : 39 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement de l'émeril est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 38 : 9, & : : 95 : 28 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de l'étain, au point de les tenir : : 31 : 22 par les présentes expériences, & : : 37 : 21 par les expériences précédentes (*art. XI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 68 à 43 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 81 : 57, & : : 114 : 61 par les expériences précédentes (*article XI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 195 à 118 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'or & de l'étain.

6°. Que le temps du refroidissement de l'or est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir : : 31 : 14 par les présentes expériences, & : : 21 $\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précédentes (*article XXXV*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 52 $\frac{1}{2}$ à 24 pour le rapport plus précis de leur pre-

mier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 81 : 39, & : : 65 : 26 par les expériences précédentes (*art. XXXV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 146 à 65 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & de la craie.

7°. Que le temps du refroidiſſement de l'or eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : 31 : 9 par les préſentes expériences, & : : 56 : 17 par les expériences précédentes (*art. XXXVIII*) ; ainſi, on aura, en ajoutant ces temps, 87 à 26 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 81 : 28, & : : 165 : 53 par les expériences précédentes (*art. XXXVIII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 246 à 81 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'or & du gyps.

8°. Que le temps du refroidiſſement de l'étain eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de les tenir : : 22 : 14, & : : 57 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

9°. Que le temps du refroidiſſement de l'étain, eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 22 : 9, & : : 57 : 28 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement de la craie eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de les tenir : : 14 : 9 par les préſentes expériences, & : : 11 : 7 par les expériences précedentes (*art. XLVI*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 25

à 16 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 39 : 28, & : : 32 : 29 par les expériences précédentes (*art. XLVI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 57 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie & du gyps.

LVII.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de marbre blanc, de marbre commun, de glaise, d'ocre & de bois, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température* minutes.
Bois, en . . . . $2\frac{1}{2}$	En 9
Ocre, en . . . . . $6\frac{1}{2}$	En 19
Glaise, en . . . . . $7\frac{1}{2}$	En 21
Marbre commun, en $10\frac{1}{2}$	En 29
Marbre blanc, en. 12	En 34

LVIII.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température actuelle.* minutes.
Bois, en 3	En 11
Ocre, en 7	En 20
Glaise, en . . . . $8\frac{1}{2}$	En 23
Marbre commun, en $12\frac{1}{2}$	En 32
Marbre blanc, en 13	En 36

On peut conclure de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement du marbre commun au point de pouvoir les tenir : : 25 : 22 par les préſentes expériences, & : : 39½ : 36 par les expériences précédentes (*art. XXVII*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 64½ à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : 70 : 61, & : : 115 : 113 par les expériences précédentes (*art. XXVII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 185 à 174 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre blanc & du marbre commun.

2°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de pouvoir les tenir : : 25 : 16, & : : 70 : 44 pour leur entier refroidiſſement.

3°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : 25 : 13½, & : : 70 : 39 pour leur entier refroidiſſement.

4°. Que le temps du refroidiſſement du marbre blanc, eſt à celui du refroidiſſement du bois, au point de les tenir : : 25 : 5½, & : : 70 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

5°. Que le temps du refroidiſſement du marbre commun, eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : :

22 : 16, & : : 61 : 44 pour leur entier refroidissement.

6°. Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : 22 : $13\frac{1}{2}$, & : : 61 : 39 pour leur entier refroidissement.

7°. Que le temps du refroidissement du marbre commun est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir : : 22 : $5\frac{1}{2}$, & : : 61 : 20 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : 16 : $13\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : $12\frac{1}{2}$: $11\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXXV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $28\frac{1}{2}$ à 20 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 44 : 39, & : : 33 : 29 par les expériences précédentes (*art. XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 77 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

9°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir : : 16 : $5\frac{1}{2}$, & : : 44 : 20 pour leur entier refroidissement.

10°. Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement du bois, au point de les tenir : : $13\frac{1}{2}$: $5\frac{1}{2}$, & : : 39 20 pour leur entier refroidissement.

L I X.

Ayant mis chauffer ensemble les boulets d'argent, de verre, de glaise, d'ocre & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en .... $5\frac{1}{2}$	En 16
Ocre, en 6	En 18
Glaise, en 8	En 22
Verre, en ..... $9\frac{1}{2}$	En 29
Argent, en ... $12\frac{1}{2}$	En 35

L X.

La même expérience répetée, les boulets chauffés plus long-temps se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Craie, en 7	En 22
Ocre, en .... $8\frac{1}{2}$	En 25
Glaise, en .... $9\frac{1}{2}$	En 29
Verre, en ..... $12\frac{1}{2}$	En 38
Argent, en .... $16\frac{1}{2}$	En 41

On peut conclure de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement du

verre, au point de les tenir : : 29 : 22 par les présentes expériences, & : : 36 : 25 par les expériences précédentes (*art.* XXXIII); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 65 à 47 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 76 : 67, & : : 103 : 62 par les expériences précédentes (*article* XXXIII); on aura, en ajoutant ces temps, 179 à 129 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'argent & du verre.

2°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir : : 29 : $17\frac{1}{2}$, & : : 76 : 51 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de l'ocre, ou point de les tenir : : 29 : $14\frac{1}{2}$, & : : 76 : 43 pour leur entier refroidissement.

4°. Que le temps du refroidissement de l'argent est à celui du refroidissement de la craie, au point de les tenir : : 29 : $12\frac{1}{2}$, & : : 76 : 38 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir : : 22 : $17\frac{1}{2}$ par les expériences présentes, & : : $16\frac{1}{2}$: $13\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article* XLVI); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $38\frac{1}{2}$ à 31 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 67 : 51, & : : 46 : 36 par

par les expériences précédentes (*art.* XLVI); on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 87 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de la glaise.

6°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : 22 : 14 ½ par les présentes expériences, & : : 16½ : 11 par les expériences précédentes (*article XLVI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 38 ½ à 25 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 67 : 43, & : : 46 : 32 par les expériences précédentes (*article XLVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 75 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'ocre.

7°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 22 : 12 ½ par les présentes expériences, & : : 16 ½ : 11 par les expériences précédentes (*art. XLVI*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 38 ½ à 23 ½ pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 67 : 38, & : : 46 : 32 par les expériences précédentes (*art. XLVI*); on aura, en ajoutant ces temps, 113 à 70 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de la craie.

8°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : $17\frac{1}{2}$: $14\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & :: 26 : $22\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* XLVI); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $43\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 51 : 43, & : : 69 : 63 par les expériences précédentes (*article* XLVI); on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 104 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

9°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : $17\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 26 : 21 par les expériences précédentes (*art.* XLVI); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, $43\frac{1}{2}$ à $33\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 51 : 38, & : : 69 : 58 par les expériences précédentes (*art.* XLVI) on aura, en ajoutant ces temps, 120 à 96 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de la craie.

10°. Que le temps du refroidissement de l'ocre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : $14\frac{1}{2}$: $12\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : $11\frac{1}{2}$: 10 par les expériences précéden-

tes (*article XXXV*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 26 à $22\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 43 : 38 & : : 29 : 26 par les précédentes expériences (*article XXXV*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 72 à 64 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement de l'ocre & de la craie.

L X I.

Ayant mis chauffer enſemble à un grand degré de chaleur les boulets de zinc, de biſmuth, de marbre blanc, de grès & de gyps, le biſmuth s'eſt fondu tout-à-coup, & il n'eſt reſté que les quatre autres qui ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-ſeconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en 11	En 28
Grès, en 16	En 42
Marbre blanc, en 19	En 50
Zinc, en 23	En 57

LXII.

La même expérience répétée avec les quatre boulets ci-deſſus & un boulet de plomb, à un feu moins ardent, ils ſe ſont refroidis dans l'ordre ſuivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde. minutes.	*Refroidis à la température.* minutes.
Gyps, en . . . . . . $4\frac{1}{2}$	En 16
Plomb, en . . . . . $9\frac{1}{2}$	En 28
Grès, en 10	En 32
Marbre blanc, en $12\frac{1}{2}$	En 36
Zinc, en 15	En 43

On peut conclure de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du marbre blanc, au point de pouvoir les tenir : : 38 : $31\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 21 : $17\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art.* XLVIII) ; ainsi en ajoutant ces temps, on aura 59 à 49 pour le rapport encore plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente, étant : : 100 : 86, & : : 65 : 53 par les expériences précédentes (*art.* XLVIII), on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 139 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du marbre blanc.

2°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : 38 : 26 par les présentes expériences, & : : 21 : 115 par les expériences précédentes (*article* XLVIII) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 41 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant

: : 100 : 74, & : : 65 : 47 par les expériences précédentes (*article XLVIII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 165 à 121 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du grès.

3°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 15 : $9\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & : : 73 : $43\frac{3}{4}$ par les expériences précédentes (*art. XVII*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 89 à $53\frac{1}{4}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 43 : 20, & : : 220 : 189 par les expériences précédentes (*article XVII*); on aura, en ajoutant ces temps, 263 à 209 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du zinc & du plomb.

4°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 38 : 15 $\frac{1}{2}$, & : : 100 : 44 pour leur entier refroidissement.

5°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du grès, au point de les tenir : : $31\frac{1}{2}$: 26 par les présentes expériences, & : : 38 $\frac{1}{2}$: 32 par les expériences précédentes (*art. XLVIII*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 70 à 58 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 86 : 74, & : : 112 : 104 par les expériences précédentes (*article XLVIII*) ; on aura, en ajoutant ces

temps, 198 à 178 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du marbre blanc & du grès.

6°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir : : $12\frac{1}{2}$: $9\frac{1}{2}$, & : : 36 : 20 pour leur entier refroidissement.

7°. Que le temps du refroidissement du marbre blanc est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : 31 : 15 $\frac{1}{2}$, & : : 86 : 44 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du plomb, au point de les tenir : : 18 : $9\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & : : 59 : 51 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XLIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 69 $\frac{1}{2}$ à 61 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 32 : 20, & : : 187 : 178 par les expériences précédentes (*art. XLIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 211 à 96 pour le rapport plus précis de l'entier refroidissement du grès & du plomb.

9°. Que le temps du refroidissement du grès est à celui du refroidissement du gyps au point de pouvoir les tenir : : 26 : $15\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 55 : 21 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XXXIII*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 81 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le

rapport donné par les présentes expériences, étant : : 74 : 44, & : : 170 : 78 par les expériences précédentes (*article XXXIII*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 244 à 122 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du grès & du gyps.

10°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : $9\frac{1}{2}$: $4\frac{1}{2}$, & : : 28 : 16 pour leur entier refroidissement.

LXIII.

AYANT fait chauffer ensemble les boulets de cuivre, d'antimoine, de marbre commun, de pierre calcaire tendre & de craie, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Craie, en	$6\frac{1}{2}$	En	20
Antimoine, en. . .	$7\frac{1}{2}$	En	26
Pierre tendre, en .	$7\frac{1}{2}$	En	26
Marbre commun, en	$11\frac{1}{2}$	En	31
Cuivre, en	16	En	49

LXIV.

LA même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.		*Refroidis à la température.*	
	minutes.		minutes.
Craie, en	$5\frac{1}{2}$	En	18
Antimoine, en . .	6	En	24

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	*Refroidis à la température.*
minutes.	minutes.
Pierre tendre, en 8	En 23
Marbre commun, en 10	En 29
Cuivre, en 13½	En 38

On peut conclure de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement du marbre commun, au point de pouvoir les tenir : : 29½ : 21½ par les présentes expériences, & : : 45 : 35½ par les expériences précédentes (*art. V*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 74½ à 57 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 87 : 60, & : : 125 : 111 par les expériences précédentes (*article V*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 212 à 170 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du cuivre & du marbre commun.

2°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir : : 29½ : 15½, & : : 87 : 49 pour leur entier refroidissement.

3°. Que le temps du refroidissement du cuivre est à celui du refroidissement de l'antimoine au point de les tenir : : 29½ : 13½ par les présentes expériences, & : : 28 : 16 par les expériences précédentes (*art. XLI*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 57½ à 29½ pour le rapport plus précis de leur

premier

premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 87 : 50, & : : 80 : 47 par les expériences précédentes *art.* (*XLI*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 167 à 97 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du cuivre & de l'antimoine.

4°. Que le temps du refroidiſſement du cuivre eſt a celui du refroidiſſement de la craie au point de pouvoir les tenir : : 29 $\frac{1}{2}$: 12, & : : 87 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

5°. Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la pierre tendre, au point de les tenir : : 21 $\frac{1}{2}$: 14 par les expériences préſentes, & : : 29$\frac{1}{2}$: 23 par les expériences précédentes (*article xxx*) ; ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 50$\frac{1}{2}$ à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 60 : 49, & : : 87 : 68 par les expériences précédentes (*article xx*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 147 à 117 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du marbre commun & de la pierre tendre.

6°. Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de l'antimoine, au point de les tenir : : 21$\frac{1}{2}$: 13$\frac{1}{2}$, & : : 60 : 50 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement du marbre commun eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 21$\frac{1}{2}$: 12, & : : 60 : 38 pour leur entier refroidiſſement.

8°. Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 14 : 13½, & : : 49 : 50 pour leur entier refroidissement.

9°. Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est a celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 14 : 12, & : : 49 : 38 pour leur entier refroidissement.

10°. Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 13½ : 12, & : : 50 : 38 pour leur entier refroidissement.

LXV.

Ayant fait chauffer ensemble les boulets de plomb, d'étain, de verre, de pierre calcaire dure, d'ocre & de glaise, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Ocre, en	5	En	16
Glaise, en	7½	En	20
Etain, en	8½	En	21
Plomb, en	9½	En	23
Verre, en	10	En	27
Pierre dure, en .	10½	En	29

Il résulte de cette expérience :

1°. Que le temps du refroidissement de la pierre dure est à celui du refroidissement du verre, au point de les tenir : : 10½ : 10

par la présente expérience, & : : $20\frac{1}{2}$: 17 par les expériences précédentes (*article LIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 31 à 37 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 29 : 27, & : : 62 : 49 par les expériences précédentes (*article XLIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 91 à 76 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre dure & du verre.

2°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 10 : $9\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & : : 12 : 11 par les expériences précédentes (*article XXXIX*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 22 à 20 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par l'expérience présente étant : : 27 : 23, & : : 35 : 30 par les expériences précédentes (*article XXXIX*); on aura, en ajoutant ces temps, 62 à 53 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & du plomb.

3°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'étain, au point de pouvoir les tenir : : 10 : $8\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & : : 46 : $42\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXXIX*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 56 à 51 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 27 : 21, & par les expériences

précédentes (*article XXXIX*) : : 132 : 117 ; on aura, en ajoutant ces temps, 159 à 138 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'étain.

4°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir : : 10 : 7 ½, & : : 38 ½ : 31 par les expériences précédentes (*article LX*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 48 ½ à 38 ½ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience étant : : 27 : 20, & : : 113 : 87 par les expériences précédentes (*article LX*) ; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 107 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de la glaise.

5°. Que le temps du refroidissement du verre est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : 10 : 5 par les présentes expériences, & : : 38 ½ : 25 ½ par les expériences précédentes (*article LX*) ; ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 48 ½ à 30 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 27 : 16, & par les expériences précédentes (*article LX*) : : 113 : 75 ; on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 91 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du verre & de l'ocre.

6°. Que le temps du refroidissement de la

pierre dure eſt à celui du refroidiſſement du plomb, au point de pouvoir les tenir : : 10 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$, & : : 29 : 23 pour leur entier refroidiſſement.

7°. Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 10 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{2}$, & : : 29 : 21 pour leur entier refroidiſſement.

8°. Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement de la glaiſe, au point de les tenir : : 10 $\frac{1}{2}$: 7 $\frac{1}{2}$, & : : 29 : 20 pour leur entier refroidiſſement.

9°. Que le temps du refroidiſſement de la pierre dure eſt à celui du refroidiſſement de l'ocre, au point de les tenir : : 10 $\frac{1}{2}$: 5, & : : 29 : 16 pour leur entier refroidiſſement.

10°. Que le temps du refroidiſſement du plomb eſt à celui du refroidiſſement de l'étain, au point de les tenir : : 9 $\frac{1}{2}$: 8 $\frac{1}{2}$ par la préſente expérience, & : : 36 $\frac{1}{2}$: 31 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXXIX*); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 46 à 40 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement; & pour le ſecond, le rapport donné par la préſente expérience, étant : : 23 : 21, & : : 109 : 89 par les expériences précédentes (*article XXXIX*); on aura, en ajoutant ces temps, 132 à 110 pour

le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'étain.

11°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de la glaise, au point de pouvoir les tenir : : 9 $\frac{1}{2}$: 7 $\frac{1}{2}$ par la présente expérience, & : : 7 : 5 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article XXXV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 16 $\frac{1}{2}$ à 13 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement ; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 23 : 20, & : : 18 : 15 par les expériences précédentes (*article XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 35 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de la glaise.

12°. Que le temps du refroidissement du plomb est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : 9 $\frac{1}{2}$: 5 par la présente expérience, & : : 7 : 5 par les expériences précédentes (*article XXXV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 16 $\frac{1}{2}$ à 10 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 23 : 16, & : : 18 : 13 par les expériences précédentes (*article XXXV*); on aura, en ajoutant ces temps, 41 à 29 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement du plomb & de l'ocre.

13°. Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de la glaise, au point de les tenir : : 8 $\frac{1}{2}$: 7 $\frac{1}{2}$, & : : 21 : 20 pour leur entier refroidissement.

14°. Que le temps du refroidissement de l'étain est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de les tenir : : 8 ½ : 5, & : : 21 : 16 pour leur entier refroidissement.

15°. Que le temps du refroidissement de la glaise est à celui du refroidissement de l'ocre, au point de pouvoir les tenir : : 7 ½ : 5 par la présente expérience, & : : 43 ½ : 37 par les expériences précédentes (*art.* LX); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 50 à 42 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par la présente expérience, étant : : 20 : 16, & : : 120 : 104 par les expériences précédentes (*article* LX); on aura, en ajoutant ces temps, 140 à 120 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la glaise & de l'ocre.

LXVI

AYANT fait chauffer ensemble les boulets de zinc, d'antimoine, de pierre calcaire tendre, de craie & de gyps, ils se sont refroidis dans l'ordre suivant.

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en	3½	En	11
Craie, en	5	En	16
Antimoine, en . .	6	En	22
Pierre tendre, en	7½	En	23
Zinc, en	14½	En	29

LXVII.

La même expérience répétée, les boulets se sont refroidis dans l'ordre suivant :

Refroidis à les tenir pendant une demi-seconde.	minutes.	*Refroidis à la température.*	minutes.
Gyps, en	$3\frac{1}{2}$	En	12
Craie, en	$4\frac{3}{4}$	En	14
Antimoine, en. . .	6	En	20
Pierre tendre, en	8	En	21
Zinc, en	$13\frac{1}{2}$	En	28

On peut conclure de ces deux expériences :

1°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de la pierre tendre, au point de pouvoir les tenir : : 28 : 15 $\frac{1}{2}$, & : : 57 : 44 pour leur entier refroidissement.

2°. Que le temps du refroidissement du zinc est à celui du refroidissement de l'antimoine, au point de pouvoir les tenir : : 28 : 12 par les présentes expériences, & : : 94 : 52 par les expériences précédentes (*article* XLVIII); ainsi en ajoutant ces temps, on aura 122 à 64 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 57 : 42, & : : 285 : 184 par les expériences précédentes (*art.* XLVIII); on aura, en ajoutant ces temps, 342 à 226

pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de l'antimoine.

3°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt eſt à celui du refroidiſſement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 28 : 9 $\frac{1}{2}$ par les préſentes expériences, & : : 31 : 12 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article* LII); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 59 à 22 pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les expériences préſentes, étant : : 57 : 30, & : : 59 : 38 par les expériences précédentes (*article* LII) ; on aura, en ajoutant ces temps, 116 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & de la craie.

4°. Que le temps du refroidiſſement du zinc eſt à celui du refroidiſſement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : 28 : 7 par les préſentes expériences, & : : 38 : 15 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*article* LXII); ainſi on aura, en ajoutant ces temps, 66 à 22 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidiſſement ; & pour le ſecond, le rapport donné par les préſentes expériences, étant : : 57 : 23, & : : 100 : 44 par les expériences précédentes (*art.* LXII) ; on aura, en ajoutant ces temps, 157 à 67 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidiſſement du zinc & du gyps.

5°. Que le temps du refroidiſſement de l'antimoine eſt à celui du refroidiſſement de

la pierre calcaire tendre, au point de les tenir : : 12 : 15 $\frac{1}{2}$, & : : 42 : 44 pour leur entier refroidissement.

6°. Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : : 12 : 9 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 13 $\frac{1}{2}$: 12 par les expériences précédentes (*article LXIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 25 $\frac{1}{2}$ à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 42 : 30, & : : 50 : 38 par les expériences précédentes (*article LXIV*); on aura, en ajoutant ces temps, 92 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de l'antimoine & de la craie.

7°. Que le temps du refroidissement de l'antimoine est à celui du refroidissement du gyps, au point de pouvoir les tenir : : 12 : 7, & : : 42 : 23 pour leur entier refroidissement.

8°. Que le temps du refroidissement de la pierre tendre est à celui du refroidissement de la craie, au point de pouvoir les tenir : 15 $\frac{1}{2}$: 9 $\frac{1}{2}$ par les présentes expériences, & : : 14 : 12 par les expériences précédentes (*article LXIV*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 29 $\frac{1}{2}$ à 21 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les

présentes expériences, étant : : 44 : 30, & : : 49 : 38 par les expériences précédentes (*article* LXIV); on aura, en ajoutant ces temps, 93 à 68 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre & de la craie.

9°. Que le temps du refroidissement de la pierre calcaire tendre est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 15 $\frac{1}{2}$: 7 par les présentes expériences, & : : 12 : 4 $\frac{1}{2}$ par les expériences précédentes (*art. XXXVIII*); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 27 $\frac{1}{2}$ à 11 $\frac{1}{2}$ pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les expériences présentes, étant : : 44 : 23, & : : 27 : 14 par les expériences précédentes (*article XXXVIII*); on aura, en ajoutant ces temps, 71 à 37 pour le rapport encore plus précis de l'entier refroidissement de la pierre tendre & du gyps.

10°. Que le temps du refroidissement de la craie est à celui du refroidissement du gyps, au point de les tenir : : 9 $\frac{1}{2}$: 7 par les présentes expériences, & : : 25 : 16 par les expériences précédentes (*article* LVI); ainsi on aura, en ajoutant ces temps, 34 $\frac{1}{2}$ à 23 pour le rapport plus précis de leur premier refroidissement; & pour le second, le rapport donné par les présentes expériences, étant : : 30 : 23, & : : 71 : 57 par les expériences précédentes (*article* LVI); on aura, en ajoutant ces temps, 101 à 80 pour le rap-

port encore plus précis de l'entier refroidissement de la craie & du gyps.

Je borne ici cette suite d'expériences assez longues à faire & fort ennuyeuses à lire ; j'ai cru devoir les donner telles que je les ai faites à plusieurs reprises dans l'espace de six ans : si je m'étois contenté d'en additionner les résultats, j'aurois à la vérité fort abrégé ce Mémoire ; mais on n'auroit pas été en état de les répéter ; & c'est cette considération qui m'a fait préférer de donner l'énumération & le détail des expériences mêmes, au lieu d'une table abrégée que j'aurois pu faire de leurs résultats accumulés. Je vais néanmoins donner par forme de récapitulation, la Table générale de ces rapports tous comparés à 10000, afin que d'un coup-d'œil on puisse en saisir les différences.

TABLE

Des rapports du refroidissement des différentes substances minérales.

FER.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
	Emeril. . . .	10000 à 9117	— 9020
	Cuivre . . .	10000 à 8512	— 8702
	Or	10000 à 8160	— 8148
	Zinc	10000 à 7654	— 6020
		6804	
	Argent . . .	10000 à 7619	— 7423
	Marbre blanc	10000 à 6774	— 6704
	Marbre commun	10000 à 6636	— 6746
	Pierre calcaire dure . .	10000 à 6617	— 6274
Fer &	Grès	10000 à 5796	— 6926
	Verre . . .	10000 à 5576	— 5805
	Plomb . . .	10000 à 5143	— 6482
	Etain	10000 à 4898	— 4921
	Pierre calcaire tendre.	10000 à 4194	— 4659
	Glaise . . .	10000 à 4198	— 4490
	Bismuth. . .	10000 à 3580	— 4081
	Craie	10000 à 3086	— 3878
	Gyps. . . .	10000 à 2325	— 2817
	Bois	10000 à 1860	— 1549
	Pierre-ponce.	10000 à 1627	— 1268

ÉMERIL.

		Premier refroidissement		Entier refroidissement
Emeril &	Cuivre . .	10000 à 8519	—	8148
	Or	10000 à 8513	—	8560
	Zinc.	10000 à 8390	—	7692
	Argent . . .	10000 à 7458 7778	—	7895
	Pierre calcaire dure . .	10000 à 7304	—	6963
	Grès	10000 à 6552	—	6517
	Verre. . . .	10000 à 5862	—	5506
	Plomb. . . .	10000 à 5718	—	6643
	Etain	10000 à 5658	—	6000
	Glaise . . .	10000 à 5185	—	5185
	Bismuth . .	10000 à 4949	—	6060
	Antimoine	10000 à 4540	—	5827
	Ocre	10000 à 4259	—	3827
	Craie . . .	10000 à 3684	—	4105
	Gyps. . . .	10000 à 2368	—	2947
	Bois.	10000 à 1552	—	3146

CUIVRE.

Cuivre &	Or	10000 à 9136	—	9194
	Zinc	10000 à 8571	—	9250
	Argent. . . .	10000 à 7619 8395	—	7823
	Marbre commun	10000 à 7638	—	8019
	Grès	10000 à 7333	—	8160
	Verre . . .	10000 à 6667	—	6567
	Plomb . . .	10000 à 6179	—	7367
	Etain	10000 à 5746	—	6916

			Premier refroidiſſement.		Entier refroidiſſement.
Cuivre &	Pierre calcaire tendre.	10000 à	5168	—	5633.
	Glaiſe. . . .	10000 à	5652	—	6363
	Biſmuth. . .	10000 à	5686	—	5059
	Antimoine .	10000 à	5130	—	5808
	Ocre	10000 à	5000	—	4697
	Craie . . .	10000 à	4068	—	4368

O R.

	Zinc	10000 à	9474	—	9304
			8422		
Or &	Argent . . .	10000 à	8936	—	8686
	Marbre blanc	10000 à	8101	—	7863
	Marbre commun . . .	10000 à	7342	—	7435
	Pierre calcaire dure . .	10000 à	7383	—	7516
	Grès	10000 à	7368	—	7627
	Verre . . .	10000 à	7103	—	5932
	Plomb. . . .	10000 à	6526	—	7500
	Etain	10000 à	6324	—	6051
	Pierre calcaire tendre.	10000 à	6087	—	5811
	Glaiſe . . .	10000 à	5814	—	5077
	Biſmuth . .	10000 à	5658	—	7043
	Porcelaine .	10000 à	5526	—	5593
	Antimoine .	10000 à	5395	—	6348
	Ocre	10000 à	5349	—	4462
	Craie	10000 à	4571	—	4452
	Gyps . . .	10000 à	2989	—	3293

ZINC.

			Premier refroidiſſement.	Entier refroidiſſement.
	Argent . . .	10000 à	8904 10015	— 8990
Zinc &...	Marbre blanc	10000 à	8305 7194	— 8424
	Grès	10000 à	6949 5838	— 7333
	Plomb . . .	10000 à	6051 4940	— 7947
	Etain . . .	10000 à	6777 5666	— 6240
	Pierre calcaire tendre .	10000 à	5536 4425	— 7719
	Glaiſe. . . .	10000 à	5484 4373	— 7458
	Biſmuth. . .	10000 à	5343 4232	— 7547
	Antimoine .	10000 à	5246 4135	— 6608
	Craie . . .	10000 à	3729 2618	— 5862
	Gyps	10000 à	3409 2298	— 4268

ARGENT.

Argent &..	Marbre blanc	10000 à	8681	— 9200
	Marbre commun	10000 à	7912	— 9040
	Pierre calcaire dure . .	10000 à	7436	— 8580
	Grès	10000 à	7361	— 7767

		Premier refroidiſſement.	Entier refroidiſſement.
	Verre . . .	10000 à 7230	— 7212
Argent &	Plomb . . .	10000 à 7154	— 9184
	Etain	10000 à 6176	— 6289
	Pierre calcaire tendre.	10000 à 6178	— 6287
	Glaiſe . . .	10000 à 6034	— 6710
	Biſmuth . .	10000 à 6308	— 8877
	Porcelaine	10000 à 5556	— 5242
	Antimoine	10000 à 5692	— 7653
	Ocre	10000 à 5000	— 5658
	Craie	10000 à 4310	— 5000
	Gyps	10000 à 2879	— 3366
	Bois	10000 à 2353	— 1864
	Pierre-ponce	10000 à 2059	— 1525

MARBRE BLANC.

Marbre blanc &....	Marbre commun	10000 à 8992	— 9405
	Pierre dure.	10000 à 8594	— 9130
	Grès	10000 à 8286	— 8990
	Plomb . . .	10000 à 7604	— 5555
	Etain	10000 à 7143	— 6792
	Pierre calcaire tendre.	10000 à 6792	— 7218
	Glaiſe . . .	10000 à 6400	— 6286
	Antimoine.	10000 à 6286	— 6792
	Ocre. . . .	10000 à 5400	— 5571
	Gyps.	10000 à 4920	— 5116
	Bois	10000 à 2200	— 2857

MARBRE COMMUN.

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Marbre commun &	Pierre dure.	10000 à 9483	— 9655
	Grès.	10000 à 8767	— 9273
	Plomb	10000 à 7671	— 8570
	Etain.	10000 à 7424	— 6666
	Pierre tendre.	10000 à 7327	— 7959
	Glaise	10000 à 7272	— 7213
	Antimoine .	10000 à 6279	— 8333
	Ocre.	10000 à 6136	— 6393
	Craie	10000 à 5581	— 6333
	Bois	10000 à 2500	— 3279

PIERRE CALCAIRE DURE.

Pierre dure &	Grès	10000 à 9268	— 9355
	Verre	10000 à 8710	— 8352
	Plomb.	10000 à 8571	— 7931
	Etain	10000 à 8095	— 7931
	Pierre tendre.	10000 à 8000	— 8095
	Glaise	10000 à 6190	— 6897
	Ocre	10000 à 4762	— 5517
	Bois	10000 à 2195	— 4516

GRÈS.

Grès &	Verre	10000 à 9324	— 7939
	Plomb	10000 à 8561	— 8950
	Etain	10000 à 7667	— 7633
	Pierre tendre	10000 à 7647	— 7193
	Porcelaine . .	10000 à 7364	— 7059

		Premier refroidiſſement.	Entier refroidiſſement.
Grès &	Antimoine	10000 à 7333	6170
	Gyps	10000 à 4568	5000
	Bois	10000 à 2368	4828

VERRE.

Verre &	Plomb	10000 à 9318	8548
	Etain	10000 à 9107	8679
	Glaiſe	10000 à 7938	7643
	Porcelaine	10000 à 7692	8863
	Ocre	10000 à 6289	6500
	Craie	10000 à 6104	6295
	Gyps	10000 à 4160	6011
	Bois	10000 à 2647	5514

PLOMB.

Plomb &	Etain	10000 à 8695	8333
	Pierre tendre	10000 à 8437	7192
	Glaiſe	10000 à 78 8	8536
	Biſmuth	10000 à 8698	8750
	Antimoine	10000 à 8241	82[illegible]1
	Ocre	10000 à 6060	7073
	Craie	10000 à 5714	6111
	Gyps	10000 à 4736	5714

ETAIN.

Etain &	Glaiſe	10000 à 8823	9524
	Biſmuth	10000 à 8888	9400
	Antimoine	10000 à 8710	9156

		Premier refroidissement.	Entier refroidissement.
Etain &	Ocre	10000 à 5882	— 7619
	Craie	10000 à 6364	— 6842
	Gyps	10000 à 4090	— 4912

PIERRE CALCAIRE TENDRE.

Pierre ten-dre & . . .	Antimoine .	10000 à 7742	— 9545
	Craie	10000 à 7288	— 7312
	Gyps . . .	10000 à 4182	— 5211

GLAISE.

Glaise &...	Bismuth . .	10000 à 8870	— 9419
	Ocre	10000 à 8400	— 8571
	Craie	10000 à 7701	— 8000
	Gyps	10000 à 5185	— 8055
	Bois	10000 à 3437	— 4545

BISMUTH.

Bismuth &	Antimoine .	10000 à 9349	— 9572
	Ocre	10000 à 8846	— 7380
	Craie	10000 à 8620	— 9500

PORCELAINE.

Porcelaine &	Gyps . . .	10000 à 5308	— 6500

ANTIMOINE.

Antimoine &	Craie	10000 à 8431	— 7391
	Gyps	10000 à 5833	— 5476

		Premier refroidiſſement	Entier refroidiſſement.

OCRE.

Ocre &....	Craie	10000 à 8654	— 8889
	Gyps	10000 à 6364	— 9062
	Bois	10000 à 4074	— 5128

CRAIE.

Craie &	Gyps. . . .	10000 à 6667	— 7920

GYPS.

Gyps &	Bois	10000 à 8000	— 5250
	Pierre-ponce.	10000 à 7000	— 4500

BOIS.

Bois &	Pierre-ponce	10000 à 8750	— 8182

Quelque attention que j'aye donnée à mes expériences ; quelque ſoin que j'aye pris pour en rendre les rapports plus exacts, j'avoue qu'il y a encore quelques imperfections dans cette Table qui les contient tous ; mais ces défauts ſont légers & n'influent pas beaucoup ſur les réſultats généraux ; par exemple, on s'appercevra aiſément que le rapport du zinc au plomb, étant de 10000 à 6051, celui du zinc à l'étain devroit être moindre de 6000, tandis qu'il ſe trouve dans la Table de 6777. Il en eſt de même de celui de l'argent au biſmuth, qui de-

vroit être moindre que 6308; & encore de celui du plomb à la glaise, qui devroit être de plus de 8000, & qui ne se trouve être dans la Table que de 7878; mais cela provient de ce que les boulets de plomb & de bismuth n'ont pas toujours été les mêmes, ils se sont fondus aussi-bien que ceux d'étain & d'antimoine, ce qui n'a pu manquer de produire des variations, dont les plus grandes sont les trois que je viens de remarquer. Il ne m'a pas été possible de faire mieux : les différens boulets de plomb, d'étain, de bismuth & d'antimoine dont je me suis successivement servi, étoient faits, à la vérité, sur le même calibre, mais la matiere de chacun pouvoit être un peu différente, selon la quantité d'alliage du plomb & de l'étain; car je n'ai eu de l'étain pur que pour les deux premiers boulets : d'ailleurs il reste assez souvent une petite cavité dans ces boulets fondus, & ces petites causes suffisent pour produire les petites différences qu'on pourra remarquer dans ma Table.

Il en est de même du rapport de l'étain à l'ocre, qui devroit être de plus de 6000, & qui ne se trouve dans la Table que de 5882, parce que l'ocre étant une matiere friable qui diminue par le frottement, j'ai été obligé de changer trois ou quatre fois les boulets d'ocre. J'avoue qu'en donnant à ces expériences le double du très long temps que j'y ai employé, j'aurois pu parvenir à un plus grand degré de précision; mais je me flatte qu'il y en a suffisamment,

pour qu'on soit convaincu de la vérité des résultats que l'on peut en tirer. Il n'y a guere que les personnes accoutumées à faire des expériences, qui sachent combien il est difficile de constater un seul fait de la Nature par tous les moyens que l'art peut nous fournir, il faut joindre la patience au génie, & souvent cela ne suffit pas encore, il faut quelquefois renoncer malgré soi au degré de précision que l'on desireroit, parce que cette précision en exigeroit une toute aussi grande dans toutes les mains dont on se sert, & demanderoit en même temps une parfaite égalité dans toutes les matieres que l'on emploie ; aussi tout ce que l'on peut faire en Physique expérimentale, ne peut pas nous donner des résultats rigoureusement exacts, & ne peut aboutir qu'à des approximations plus ou moins grandes ; & quand l'ordre général de ces approximations ne se dément que par de légeres variations, on doit être satisfait.

Au reste, pour tirer de ces nombreuses expériences tout le fruit que l'on doit en attendre, il faut diviser les matieres qui en font l'objet, en quatre classes ou genres différens.

1°. Les métaux ; 2° les demi-métaux & minéraux métalliques ; 3°. les substances vitrées & vitrescibles ; 4°. les substances calcaires & calcinables. Comparer ensuite les matieres de chaque genre entr'elles pour tâcher de reconnoitre la cause ou les causes de l'ordre que suit le progrès de la chaleur dans chacune, & enfin comparer les genres même entr'eux,

pour essayer d'en déduire quelques résultats généraux.

I.

L'ORDRE des six métaux, suivant leur densité, est étain, fer, cuivre, argent, plomb, or; tandis que l'ordre dans lequel ces métaux reçoivent & perdent la chaleur, est étain, plomb, argent, or, cuivre, fer, dans lequel il n'y a que l'étain qui conserve sa place.

Le progrès & la durée de la chaleur dans les métaux ne suit donc pas l'ordre de leur densité, si ce n'est pour l'étain qui, étant le moins dense de tous, est en même temps celui qui perd le plutôt sa chaleur; mais l'ordre des cinq autres métaux nous démontre que c'est dans le rapport de leur fusibilité que tous reçoivent & perdent la chaleur; car le fer est plus difficile à fondre que le cuivre, le cuivre l'est plus que l'or, l'or plus que l'argent, l'argent plus que le plomb, le plomb plus que l'étain; on doit donc en conclure que ce n'est qu'un hasard si la densité & la fusibilité de l'étain se trouvent ici réunies pour le placer au dernier rang.

Cependant ce seroit trop s'avancer que de prétendre qu'on doit tout attribuer à la fusibilité, & rien du tout à la densité; la Nature ne se dépouille jamais d'une de ses propriétés en faveur d'une autre, d'une maniere absolue; c'est-à-dire, de façon que la premiere n'influe en rien sur la seconde; ainsi la densité peut bien entrer pour quelque chose dans le progrès de la chaleur;

mais

mais au moins nous pouvons prononcer affirmativement que dans les six métaux elle n'y fait que très peu, au lieu que la fusibilité y fait presque le tout.

Cette premiere vérité n'étoit connue ni des Chimistes ni des Physiciens : on n'auroit pas même imaginé que l'or qui est plus de deux fois & demie plus dense que le fer, perd néanmoins sa chaleur un demi-tiers plus vîte. Il en est de même du plomb, de l'argent & du cuivre, qui tous sont plus denses que le fer, & qui, comme l'or, s'échauffent & se refroidissent plus promptement; car quoiqu'il ne soit question que du refroidissement dans ce second Mémoire, les expériences du Mémoire qui précède celui-ci, démontrent, à n'en pouvoir douter, qu'il en est de l'entrée de la chaleur dans les corps comme de sa sortie, & que ceux qui la reçoivent le plus vîte, sont en même temps ceux qui la perdent le plutôt.

Si l'on réfléchit sur les principes réels de la densité & sur la cause de la fusibilité, on sentira que la densité dépend absolument de la quantité de matiere que la Nature place dans un espace donné; que plus elle peut y en faire entrer, plus il y a de densité, & que l'or est à cet égard la substance qui de toutes contient le plus de matiere relativement à son volume. C'est pour cette raison que l'on avoit cru jusqu'ici, qu'il falloit plus de temps pour échauffer ou refroidir l'or que les autres métaux ; il est en effet assez naturel de penser, que con-

tenant ſous le même volume, le double ou le triple de matiere, il faudroit le double ou le triple du temps pour la pénétrer de chaleur, & cela ſeroit vrai, ſi dans toutes les ſubſtances les parties conſtituantes étoient de la même figure, & en conſéquence toutes arrangées de même. Mais dans les unes, comme dans les plus denſes, les molécules de la matiere ſont probablement de figure aſſez réguliere, pour ne pas laiſſer entr'elles de très grands eſpaces vides; dans d'autres moins denſes, leurs figures plus irrégulieres, laiſſent des vides plus nombreux & plus grands; & dans les plus légeres, les molécules étant en petit nombre & probablement de figure très irréguliere, il ſe trouve mille & mille fois plus de vide que de plein: car on peut démontrer par d'autres expériences, que le volume de la ſubſtance même la plus denſe, contient encore beaucoup plus d'eſpace vide que de matiere pleine.

Or, la principale cauſe de la fuſibilité, eſt la facilité que les particules de la chaleur trouvent à ſéparer les unes des autres ces molécules de la matiere pleine: que la ſomme des vides en ſoit plus ou moins grande, ce qui fait la denſité ou la légèreté, cela eſt indifférent à la ſéparation des molécules qui conſtituent le plein; & la plus ou moins grande fuſibilité dépend en entier de la force de cohérence qui tient unies ces parties maſſives, & s'oppoſe plus ou moins à leur ſéparation. La dilatation

du volume total eſt le premier degré de l'action de la chaleur ; & dans les différens métaux, elle ſe fait dans le même ordre que la fuſion de la maſſe qui s'opere par un plus grand degré de chaleur ou de feu. L'étain, qui de tous ſe fond le plus promptement, eſt auſſi celui qui ſe dilate le plus vîte ; & le fer qui eſt de tous le plus difficile à fondre, eſt de même celui dont la dilatation eſt la plus lente.

D'après ces notions générales qui paroiſſent claires, préciſes & fondées ſur des expériences que rien ne peut démentir, on ſeroit porté à croire que la ductilité doit ſuivre l'ordre de la fuſibilité, parce que la plus ou moins grande ductilité ſemble dépendre de la plus ou moins grande adhéſion des parties dans chaque métal ; cependant cet ordre de la ductilité des métaux, paroît avoir autant de rapport à l'ordre de la denſité qu'à celui de leur fuſibilité. Je dirois volontiers qu'il eſt en raiſon compoſée des deux autres, mais ce n'eſt que par eſtime & par une préſomption qui n'eſt peut-être pas aſſez fondée ; car il n'eſt pas auſſi facile de déterminer au juſte les différens degrés de la fuſibilité que ceux de la denſité ; & comme la ductilité participe des deux, & qu'elle varie ſuivant les circonſtances, nous n'avons pas encore acquis les connoiſſances néceſſaires pour prononcer affirmativement ſur ce ſujet, qui eſt d'une aſſez grande importance pour mériter des recherches particulieres. Le même métal traité à froid ou à chaud, donne des

résultats tout différens : la malléabilité est le premier indice de la ductilité, mais elle ne nous donne néanmoins qu'une notion assez imparfaite du point auquel la ductilité peut s'étendre. Le plomb, le plus souple, le plus malléable des métaux, ne peut se tirer à la filiere en fils aussi fins que l'or ou même que le fer qui de tous est le moins malléable. D'ailleurs il faut aider la ductilité des métaux par l'addition du feu, sans quoi ils s'écrouissent & deviennent cassans ; le fer même, quoique le plus robuste de tous, s'écrouit comme les autres ; ainsi la ductilité d'un métal & l'étendue de continuité qu'il peut supporter, dépendent non-seulement de sa densité & de sa fusibilité, mais encore de la maniere dont on le traite, de la percussion plus lente ou plus prompte, & de l'addition de chaleur ou de feu qu'on lui donne à propos.

II.

MAINTENANT si nous comparons les substances qu'on appelle *demi-métaux* & *minéraux métalliques* qui manquent de ductilité, nous verrons que l'ordre de leur densité est, émeril, zinc, antimoine, bismuth ; & que celui dans lequel ils reçoivent & perdent la chaleur, est antimoine, bismuth, zinc, émeril ; ce qui ne suit en aucune façon l'ordre de leur densité, mais plutôt celui de leur fusibilité : l'émeril, qui est un minéral ferrugineux, quoiqu'une fois moins dense que le bismuth, conserve aussi la chaleur une fois plus long-temps ; le zinc, plus léger que l'anti-

moine & le bismuth, conserve aussi la chaleur beaucoup plus long-temps ; l'antimoine & le bismuth la reçoivent & la gardent à peu-près également. Il en est donc des demi-métaux & des minéraux métalliques comme des métaux : le rapport dans lequel ils reçoivent & perdent la chaleur, est à-peu-près le même que celui de leur fusibilité, & ne tient que très peu ou point du tout à celui de leur densité.

Mais en joignant ensemble les six métaux & les quatre demi-métaux ou minéraux métalliques que j'ai soumis à l'épreuve, on verra que l'ordre des densités de ces dix substances minérales, est :

Emeril, zinc, antimoine, étain, fer, cuivre, bismuth, argent, plomb, or.

Et que l'ordre dans lequel ces substances s'échauffent & se refroidissent, est :

Antimoine, bismuth, étain, plomb, argent, zinc, or, cuivre, émeril, fer.

Dans lequel il y a deux choses qui ne paroissent pas bien d'accord avec l'ordre de la fusibilité :

1°. L'antimoine, qui devroit s'échauffer & se refroidir plus lentement que le plomb, puisqu'on a vu par les expériences de Newton citées dans le Mémoire précédent, que l'antimoine demande, pour se fondre, dix degrés de la même chaleur dont il n'en faut que huit pour fondre le plomb; au lieu que par mes expériences, il se trouve que l'antimoine s'échauffe & se refroidit plus vîte que le plomb. Mais on observera que Newton s'est servi de régule d'antimoine,

& que je n'ai employé dans mes expériences que de l'antimoine fondu ; or le régule d'antimoine ou l'antimoine naturel eſt bien plus difficile à fondre que l'antimoine qui a déjà ſubi une premiere fuſion ; ainſi cela ne fait point une exception à la règle. Au reſte, j'ignore quel rapport il y auroit entre l'antimoine naturel ou régule d'antimoine & les autres matieres que j'ai fait chauffer & refroidir; mais je préſume d'après l'expérience de Newton, qu'il s'échaufferoit & ſe refroidiroit plus lentement que le plomb.

2°. L'on prétend que le zinc ſe fond bien plus aiſément que l'argent, par conſéquent il devroit ſe trouver avant l'argent dans l'ordre indiqué par mes expériences, ſi cet ordre étoit dans tous les cas relatif à celui de la fuſibilité; & j'avoue que ce demi-métal ſemble, au premier coup d'œil, faire une exception à cette loi que ſuivent tous les autres ; mais il faut obſerver 1°. que la différence donnée par mes expériences entre le zinc & l'argent, eſt fort petite ; 2°. que le petit globe d'argent dont je me ſuis ſervi, étoit de l'argent le plus pur, ſans la moindre partie de cuivre ni d'autre alliage, & l'argent pur doit ſe fondre plus aiſément, & s'échauffer plus vite que l'argent mêlé de cuivre : 3°. quoique le petit globe de zinc m'ait été donné par un de nos habiles Chimiſtes (*a*), ce n'eſt peut-

(*a*) M. Rouelle, Démonſtrateur de Chimie aux écoles du Jardin du Roi.

être pas du zinc abſolument pur & ſans mélange de cuivre ou de quelqu'autre matiere encore moins fuſible. Comme ce ſoupçon m'étoit reſté aprés toutes mes expériences faites, j'ai remis le globe de zinc à M. Rouelle qui me l'avoit donné, en le priant de s'aſſurer s'il ne contenoit pas du fer ou du cuivre, ou quelqu'autre matiere qui s'oppoſeroit à ſa fuſibilité. Les épreuves en ayant été faites, M. Rouelle a trouvé dans ce zinc une quantité aſſez conſidérable de fer ou ſafran de mars : j'ai donc eu la ſatisfaction de voir que non-ſeulement mon ſoupçon étoit bien fondé, mais encore que mes expériences ont été faites avec aſſez de préciſion pour faire reconnoître un mélange dont il n'étoit pas aiſé de ſe douter : ainſi le zinc ſuit auſſi exactement que les autres métaux & demi-métaux dans le progrès de la chaleur, l'ordre de la fuſibilité, & ne fait point une exception à la règle. On peut donc dire en général, que le progrès de la chaleur dans les métaux, demi-métaux & minéraux métalliques, eſt en même raiſon, ou du moins en raiſon très-voiſine de celle de leur fuſibilité (*b*).

(*b*) *Nota*. Le globe de zinc ſur lequel ont été faites toutes les expériences, s'étant trouvé mêlé d'une portion de fer, j'ai été obligé de ſubſtituer dans la table générale, aux premiers rapports, de nouveaux rapports que j'ai placés ſous les autres ; par exemple, le rapport du fer au zinc de 10000 à 7654, n'eſt pas le vrai rapport, & c'eſt celui de 10000 à 6804 écrit au-deſſous qu'il faut adopter ; il en eſt de même de toutes les

III.

Les matieres vitrescibles & vitrées que j'ai mises à l'épreuve, étant rangées suivant l'ordre de leur densité, sont:

Pierre ponce, porcelaine, ocre, glaise, verre, cristal-de-roche & grès; car je dois observer que quoique le cristal ne soit porté dans la table des poids de chaque matiere que pour 6 gros 22 grains, il doit être supposé plus pesant d'environ 1 gros, parce qu'il étoit sensiblement trop petit, & c'est par cette raison que je l'ai exclu de la table générale des rapports, ayant rejeté toutes les expériences que j'ai faites avec ce globe trop petit. Néanmoins le résultat général s'accorde assez avec les autres, pour que je puisse le présenter. Voici donc l'ordre dans lequel ces différentes substances se sont refroidies.

Pierre ponce, ocre, porcelaine, glaise, verre, cristal & grès: ordre qui, comme l'on voit, est le même que celui de la densité, car l'ocre ne se trouve ici avant la porcelaine que parce qu'étant une matiere friable, il s'est diminué par le frottement qu'il a subi dans les expériences; & d'ailleurs sa densité diffère si peu de la porcelaine, qu'on peut les regarder comme égales.

---

autres corrections que j'ai faites d'un neuvième sur chaque nombre, parce que j'ai reconnu que la portion de fer contenue dans ce zinc, avoit diminué au moins d'un neuvième le progrès de la chaleur.

Ainsi la loi du progrès de la chaleur dans les matieres vitrescibles & vitrées, est relative à l'ordre de leur densité, & n'a que peu ou point de rapport avec leur fusibilité, par la raison qu'il faut, pour fondre toutes ces substances, un degré presqu'égal du feu le plus violent, & que les degrés particuliers de leur différente fusibilité sont si près les uns des autres, qu'on ne peut pas en faire un ordre composé de termes distincts. Ainsi leur fusibilité presque égale, ne faisant qu'un terme, qui est l'extrême de cet ordre de fusibilité, on ne doit pas être étonné de ce que le progrès de la chaleur suit ici l'ordre de la densité, & que ces différentes substances qui toutes sont également difficiles à fondre, s'échauffent & se refroidissent plus lentement & plus vîte, à proportion de la quantité de matiere qu'elles contiennent.

On pourra m'objecter que le verre se fond plus aisément que la glaise, la porcelaine, l'ocre & la pierre-ponce, qui néanmoins s'échauffent & se refroidissent en moins de temps que le verre ; mais l'objection tombera lorsqu'on réfléchira qu'il faut pour fondre le verre, un feu très violent dont le degré est si éloigné des degrés de chaleur que reçoit le verre dans nos expériences sur le refroidissement, qu'il ne peut influer sur ceux-ci. D'ailleurs en pulvérisant la glaise, la porcelaine, l'ocre & la pierre ponce, & leur donnant des fondans analogues, comme l'on en donne au sable pour le convertir en verre, il est plus que probable qu'on se-

roit fondre toutes ces matieres au même degré de feu, & que par conséquent on doit regarder comme égale ou presqu'égale leur résistance à la fusion, & c'est par cette raison que la loi du progrès de la chaleur dans ces matieres, se trouve proportionnelle à l'ordre de leur densité.

I V.

Les matieres calcaires rangées suivant l'ordre de leur densité, sont :

Craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun, marbre blanc.

L'ordre dans lequel elles s'échauffent & se refroidissent, est craie, pierre tendre, pierre dure, marbre commun & marbre blanc, qui, comme l'on voit, est le même que celui de leur densité. La fusibilité n'y entre pour rien, parce qu'il faut d'abord un très grand degré de feu pour les calciner, & que quoique la calcination en divise les parties, on ne doit en regarder l'effet que comme un premier degré de fusion, & non pas comme une fusion complète; toute la puissance des meilleurs miroirs ardens suffit à peine pour l'opérer : j'ai fondu & réduit en une espèce de verre quelques-unes de ces matieres calcaires au foyer d'un de mes miroirs, & je me suis convaincu que ces matieres peuvent, comme toutes les autres, se réduire ultérieurement en verre, sans y employer aucun fondant, & seulement par la force d'un feu bien supérieur à celui de nos fourneaux. Par conséquent le terme commun de

leur fusibilité est encore plus éloigné & plus extrême que celui des matieres vitrées ; & c'est par cette raison qu'elles suivent aussi plus exactement dans le progrès de la chaleur, l'ordre de la densité.

Le gyps blanc, qu'on appelle improprement albâtre, est une matiere qui se calcine comme tous les autres plâtres, à un degré de feu plus médiocre que celui qui est nécessaire pour la calcination des matieres calcaires ; aussi ne suit-il pas l'ordre de la densité dans le progrès de la chaleur qu'il reçoit ou qu'il perd : car quoique beaucoup plus dense que la craie, un peu plus dense que la pierre calcaire blanche, il s'échauffe & se refroidit néanmoins bien plus promptement que l'une & l'autre de ces matieres. Ceci nous démontre que la calcination & la fusion plus ou moins facile, produisent le même effet relativement au progrès de la chaleur. Les matieres gypseuses ne demandent pas pour se calciner autant de feu que les matieres calcaires, & c'est par cette raison que, quoique plus denses, elles s'échauffent & se refroidissent plus vîte.

Ainsi on peut assurer, en général, que *le progrès de la chaleur dans toutes les substances minérales, est toujours à très peu près en raison de leur plus ou moins grande facilité à se calciner ou à se fondre* ; mais que quand leur calcination ou leur fusion sont *également difficiles, & qu'elles exigent un degré de chaleur extrême*, alors *le progrès de la chaleur se fait suivant l'ordre de leur densité.*

Au reste, j'ai déposé au Cabinet du Roi,

les globes d'or, d'argent & de toutes les autres ſubſtances métalliques & minérales qui ont ſervi aux expériences précédentes, afin de les rendre plus authentiques, en mettant à portée de les vérifier, ceux qui voudroient douter de la vérité de leurs réſultats, & de la conſéquence générale que je viens d'en tirer.

Fin du Tome VI.



TABLE

De ce qui eſt contenu dans ce Volume,

DES ÉLÉMENS.

